TÜRKİYE LPG PİYASASINDA OTOMASYON SİSTEMİ KURULMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Uzmanlık Tezi)

Kübra YILMAZ

Ocak 2022

Ankara

TÜRKİYE LPG PİYASASINDA OTOMASYON SİSTEMİ KURULMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Uzmanlık Tezi)

Kübra YILMAZ

Danışman: Emrah SARI

Ocak 2022

Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ iii
ŞEKİLLER LİSTESİ vii
TABLOLAR LİSTESİ viii
KISALTMALAR ix
ÖZET x
GİRİŞ 1
BİRİNCİ BÖLÜM 4
1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZLARI (LPG) VE GENEL ÖZELLİKLERİ 4
1.1. LPG'nin Tanımı 4
1.2. LPG Üretimi 6
1.2.1. Petrolden LPG Elde Edilmesi 7
1.2.2. Doğal Gazdan LPG Elde Edilmesi 9
1.2.3. Yenilenebilir Kaynaklardan LPG Elde Edilmesi 10
1.3. LPG'nin Tarihi 11
1.4. LPG'nin Genel Özellikleri 14
1.4.1. Yoğunluk 15
1.4.2. Genleşme Hızı 15
1.4.3. Buhar Basıncı 16
1.4.4. Kalorifik (Isıl) Değer 17
1.4.5. LPG'nin Avantajları 17
1.5. LPG'nin Kullanım Alanları 18
1.5.1. LPG'nin Evsel Kullanımı 18
1.5.2. LPG'nin Endüstriyel Kullanımı 19
1.5.3. LPG'nin Tarımsal Kullanımı 20
1.5.4. LPG'nin Ticari Kullanımı 20
1.5.5. LPG'nin Ulaşımda Kullanımı 21
1.6. LPG'nin Taşınması ve Depolanması 22
1.6.1. LPG'nin Taşınması 22
1.6.2. LPG'nin Depolanması 25

1.7. Dünya ve Türkiye LPG İstatistikleri 27
1.7.1. Dünya LPG İstatistikleri 27
1.7.2. Türkiye LPG İstatistikleri 30
İKİNCİ BÖLÜM 33
2. TÜRKİYE LPG PİYASASI 33
2.1. LPG Piyasasına İlişkin Tanımlar 33
2.2. LPG Piyasa Yapısı 35
2.2.1. 5307 Sayılı LPG Piyasası Kanunu 35
2.3. LPG Piyasası Faaliyetleri 36
2.3.1. Lisans ve Lisansa Tabi Faaliyetler 36
2.3.1.1. Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri 38
2.3.1.2. Depolama Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri 38
2.3.1.3. Taşıma Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri 39
2.3.1.4. Otogaz Bayilik Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri 39
2.3.1.5. LPG Tüpü İmalatı Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri 40
2.3.2. Ulusal Petrol Stoku Uygulaması ve Zorunlu Petrol Stoğu Kapsamında Kupon Sistemi 40
2.3.2.1. Ulusal Petrol Stoku 40
2.3.2.2. Zorunlu Petrol Stoğu Kupon Sistemi 43
2.4. Fiyat Oluşumu 44
2.5. LPG Kaçakçılığı 48
2.6. Piyasa Faaliyetlerinin İzlenmesi ve Gözetimi 49
2.6.1. LPG Piyasası Kapsamında Yapılması Gereken Bildirimler 51
2.6.1.1. Aylık Bildirimler 51
2.6.1.2. Üç Aylık Bildirimler 52
2.6.1.3. Yıllık Bildirimler 52
2.6.1.4. Oluşuma Bağlı Bildirimler 52
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 54
3. OTOMASYON SİSTEMİ 54
3.1. Otomasyon Sistemi ve İşleyişi 54
3.2. Otomasyon Türleri 56
3.2.1. Temel Otomasyon 56
3.2.2. Proses (Süreç) Otomasyonu 56

3.2.3. Entegrasyon Otomasyonu 56
3.2.4. Yönetim Otomasyonu 57
3.2.5. Yapay Zeka Otomasyonu 57
3.3. Enerji Sektöründe Otomasyon Uygulamaları 57
3.3.1. Petrol Piyasasında Denetim Yapısının Oluşumu ve Gelişim Süreci 58
3.3.1.1. Ulusal Marker Uygulaması 59
3.3.1.2. Bayi Denetim Sistemi 60
3.3.1.3. Stok İzleme Sistemi 65
3.3.2. Petrol Piyasasında Otomasyon/Tank İzleme Uygulaması 68
3.3.2.1. Bayi Otomasyon Sisteminin İşleyişi 70
3.3.2.2. Tank Otomasyon Sisteminin İşleyişi 76
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 82
4. LPG PİYASASINDA OTOMASYON SİSTEMİ KURULMASI 82
4.1. LPG Piyasasında Otomasyon Sisteminin Gerekliliği 82
4.2. LPG Tanklarında Kullanılacak Seviye Ölçüm Sistemleri 85
4.2.1 LPG Depolama Tanklarının Özellikleri ve Mevcut Ölçüm Sistemleri 85
4.2.2 Elektronik LPG Seviye Ölçüm Sistemleri 88
4.3. Otomasyon Sisteminin Uygulanması 90
4.3.1. Otomasyon Sisteminin Kurulumu ve Sistemin İşleyişi 90
4.3.2. Otomasyon Sistemi Kapsamında Elde Edilebilecek Bilgiler 91
4.3.3. Otomasyon Verilerinin EPDK'ya Aktarılması 92
4.3.4. Lisans Sahiplerinden Talep Edilecek Bilgiler 92
4.3.5. Veri Gönderim Sıklığı 93
4.4. Sistem Dönüşüm Sürecinin Ele Alınması 94
4.4.1. Otomasyon Sistemi Kurulum Maliyeti 94
4.4.2. Tankların Dönüştürülmesi 97
4.4.3. Seviye Ölçümünde Sapma 98
4.4.4. Sistem Verilerinin Güvenilirliği 98
SONUÇ VE ÖNERİLER 100
KAYNAKÇA 106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Ham Petrolün Distilasyonunun Proses Şeması 8
Şekil 1.2: Doğal Gazdan LPG Üretim Blok Diyagramı 9
Şekil 1.3: Doğal Gazın Fraksiyonlu Distilasyon Proses Şeması 9
Şekil 1.4: LPG Dağıtım Ağı Şeması 24
Şekil 1.5: Küre ve Silindir LPG Tankları 25
Şekil 1.6: Dünya'da LPG Kullanımının Sektörel Dağılımı ve Bölgesel Tüketimi (%) . 29
Şekil 1.7: Bölgesel LPG İthalat ve İhracatı, 2020 ('000t) 29
Şekil 1.8: Otogaz Tüketiminin Ülkelere Göre Dağılımı, 2020 (%) 30
Şekil 1.9: Türkiye'nin Avrupa ve Dünya LPG Pazarındaki Yeri 31
Şekil 1.10: 2020 Yılı LPG İthalat-İhracat-Üretim-Satış Miktarları 32
Şekil 2.1: Türkiye LPG Piyasası Akış Şeması 37
Şekil 2.2: Otogaz Fiyat Oluşumu (Miktarsal-TL/lt) 45
Şekil 2.3: Karışım Otogaz ($/TON) ve Dolar/TL Fiyat Hareketi 46
Şekil 2.4: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Bildirim Sistemi 50
Şekil 3.1 : Petrol Piyasasındaki İzleme Faaliyetlerinin Gelişimi 68
Şekil 3.2: Türkiye'de Otomasyon Altyapısı 69
Şekil 3.3: Bayi Otomasyon Kontrol Paneli 70
Şekil 3.4: Otomasyon Sistemlerine Yapılan Toplam Yatırım ve Operasyon Maliyetleri 75
Şekil 3.5: Tank Otomasyonu Sistem Şeması 77
Şekil 4.1: LPG Süreçlerinin Anlık Takip Şeması 83
Şekil 4.2: Yer Altı LPG Stok Tankı 86
Şekil 4.3: Yer Üstü LPG Stok Tankı 87
Şekil 4.4: Manyetik Seviye Göstergesi 88
Şekil 4.5: LPG Probe 89
Şekil 4.6: LPG Radar 90

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: BiyoLPG Dönüşüm Yolları ve Hammadde Özellikleri 10
Tablo 1.2: Propan, Bütan ve LPG Karışımının Özellikleri 14
Tablo 1.3: LPG Üreticisi İlk 10 Ülke (‘000t) 27
Tablo 1.4: LPG Tüketicisi İlk 10 Ülke (‘000t) 28
Tablo 2.1: Yurt İçi LPG Fiyat Oluşum Denklemi 44
Tablo 3.1: Belirsizlik Oranı Hesaplaması 72
Tablo 3.2: Bayi Otomasyon Sistemi Kapsamında EPDK Tarafından Talep Edilen Veri Tabloları ve Otomasyon Sistemi Kılavuzu’nda Belirtilen Tanımları 73
Tablo 3.3: Tank Otomasyon Sistemi Kapsamında EPDK Tarafından Talep Edilen Veri Tabloları ve Otomasyon Sistemi Kılavuzu’nda Belirtilen Tanımları 79
Tablo 4.1: Depo Otomasyonu Fizibilite Çalışması 95

KISALTMALAR

1240 sayılı Karar	**:** Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Karar
3657-4 sayılı Karar	**:** 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 3657-4 Sayılı Karar
EPDK	**:** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
HMI	**:** İnsan Makine Ara Yüzü ya da Dokunmatik Ekran (Human Machine Interface)
IEA	**:** Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
KDV	**:** Katma Değer Vergisi
LPG	**:** Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (Liquefied Petroleum Gas)
OPEC	**:** Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organization of Petroleum Exporting Countries)
ÖTV	**:** Özel Tüketim Vergisi
PETDER	**:** Petrol Sanayi Derneği
PLC	**:** Programlanabilir Lojik Kontrol(Programmable Logic Controller)
SCADA	**:** Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama (Supervisory Control and Data Acquisition)
SERGİ	**:** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Analiz ve Raporlama Sistemi
TOBB	**:** Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TS	**:** Türk Standartları
TSE	**:** Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	**:** Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜPRAŞ	**:** Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketi
WLPGA	**:** Dünya LPG Birliği (World LPG Association)

ÖZET

Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) çok yönlü, çevre dostu, yüksek verimli, taşınabilir ve ekonomik bir enerji kaynağıdır. Bu sebeple, ülkemizde başta ulaşım olmak üzere birçok alanda tercih edilen önemli bir alternatiftir. Ancak LPG'nin rekabet ortamı içerisinde, güvenli ve ekonomik olarak kullanıcılara sunulması için şeffaf, eşitlikçi ve istikrarlı bir piyasa yapısı oluşturulması ve bu kapsamda piyasa izleme ve denetim faaliyetlerinin etkin bir şekilde yapılması için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasında, petrol piyasasında yararlanılan bayi ve tank otomasyon sistemleri incelenmiş olup, benzer bir yapının LPG piyasasında uygulamaya konulmasının sağlayacağı faydalar çok yönlü olarak değerlendirilerek teknolojik gelişmeler ışığında LPG piyasasının daha da büyümesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Tez çalışması dört bölümde ele alınmış olup birinci bölümde genel olarak LPG'nin ne olduğu, özellikleri, kullanım alanları ile Dünya ve Türkiye'deki yeri değerlendirilmiştir. İkinci bölümde Türkiye LPG piyasa yapısı ve mevcut uygulamalar ele alınarak neden kapsamlı bir izleme mekanizmasına ihtiyaç duyulduğu ortaya koyulmuştur. Üçüncü bölümde petrol piyasasında bayi denetimi kapsamında uygulamaya konulan bayi otomasyonu ile stokların takibini sağlayan tank otomasyonu tüm yönleriyle incelenerek bu uygulamanın LPG piyasasında uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Dördüncü bölümde ise LPG piyasasında otomasyon sistemi kurulması ele alınmıştır. Elde edilen tüm bilgiler sonuç bölümünde özetlenerek LPG piyasasında izleme ve denetim faaliyetleri kapsamında otomasyon sistemine geçilmesinin avantajları belirtilmiş ve bu hususta yapılacak olası düzenlemeler için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bayi Otomasyon Sistemi, EPDK, LPG, Piyasa İzleme, Seviye Ölçüm Sistemleri, Tank Otomasyon Sistemi, Ulusal Stok

GİRİŞ

Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG), temiz, verimli ve Dünya LPG Birliği'nin (WLPGA) istatistiklerine göre 1.000'den fazla farklı uygulamada kullanılabilen çok yönlü bir enerji kaynağıdır. LPG, küresel çapta hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde, başta yemek pişirmek için olmak üzere, birçok ticari ve endüstriyel alanda yaygın olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Taşınabilir özelliği sayesinde dünyanın her yerindeki tüketiciler tarafından kolayca temin edilebilmektedir. Bütün bu özellikleri LPG'yi enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir alternatif haline getirmektedir. Ülkemizde de, çevreci özelliği ve alternatifleri olan benzin ve motorine kıyasla daha ekonomik olması nedeniyle oldukça fazla tercih edilmektedir. Öyle ki, Türkiye bugün dünyanın en büyük on üçüncü, Avrupa'nın ise Rusya'dan sonra en büyük ikinci LPG pazarına sahiptir. Özellikle otogaz kullanımında Türkiye 2018 yılında Güney Kore'yi geçerek birinciliğe yükselmiş, 2019 yılında da bu liderliğini sürdürmüştür. 2020 yılında ise Rusya'dan sonra Dünya'nın en büyük ikinci otogaz pazarı olmuştur.[1]

Türkiye, otogazlı araç ve istasyon sayısı bakımından da lider konumdadır. Sektör, 100'e yakın LPG dağıtıcı ve depolama tesisinin yanı sıra ülkenin her yerinde hizmet veren 10.000'in üzerindeki otogaz bayi ve tüplü bayi sayısı ile Türkiye ekonomisine önemli katkıda bulunmaktadır. Bununla beraber sektörde yer alan hizmet çalışanları ve son kullanıcı portföyünün genişliği de dikkate alındığında, sektör mevcut durumda geniş bir paydaş kitlesine ulaşmaktadır.

5307 sayılı "*Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*" kapsamında, LPG piyasası faaliyetlerinin sürdürülmesi için gerekli düzenleme, gözetim, izleme ve denetim faaliyetleri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yapılmaktadır. Kurum, izleme faaliyetleri kapsamında piyasanın işleyişine ilişkin gerekli gördüğü her türlü bilgiyi gerçek ve tüzel kişilerden temin etmektedir. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası mevzuatı kapsamında otomasyon zorunluluğu olmaması nedeniyle, bu bilgiler bildirim yükümlülükleri kapsamında beyan usulüne dayalı olarak toplanmaktadır. Ayrıca gerekli teknik alt yapı kurulu olmaması ve ölçüm sistemlerinin günümüz

[1] Dünya LPG Birliği, Statistical Review of Global LPG

teknolojisinden uzak yöntemler olması sebebiyle bu bildirimler asgari bir aylık sürelerde toplanabilmektedir.

Mevcutta var olan yöntemler ile piyasa faaliyetlerinin izlenmesine karşın, son yıllarda sektörde görülen gelişim ve talep eğilimindeki artış, adil, öngörülebilir ve rekabetçi piyasa yapısının sağlanabilmesi adına kapsamlı ve etkin bir izleme yapısının gerekliliğini beraberinde getirmiştir. Farklı ülkelerde, çeşitli takip ve kontrol sistemleri bulunmakla beraber, en yakın örnek olarak Türkiye'de akaryakıt sektöründe kurulu otomasyon alt yapısı bir bütün olarak incelendiğinde şirket ve kurumlara sağladığı faydalar açısından öne çıkmaktadır. Otomasyon sistemleri hem benzer bir piyasa olan petrol piyasasında olumlu sonuçlar vermesi hem de kapsamlı bilgiler elde edilmesini sağlayarak ihtiyaçlara çözüm sunması açısından günümüz koşullarındaki izleme ve denetim faaliyetleri için en uygun seçenek olarak görülmektedir.

Bu tez çalışmasında, petrol piyasasında yararlanılan bayi ve tank otomasyon sistemleri incelenmiş olup, benzer bir yapının LPG piyasasında uygulamaya konulmasının sağlayacağı faydalar çok yönlü olarak değerlendirilerek teknolojik gelişmeler ışığında LPG piyasasının daha da büyümesine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Türkiye Petrol Piyasasında, ikmalden nihai tüketiciye kadar akaryakıtın her aşamasında takibini sağlamak amacıyla etkili bir şekilde kullanılan, alım satımların ve stok işlemlerinin sürekli olarak izlenmesine imkân veren, merkeze anlık bildirim yapan ve böylece takibi kolaylaştıran otomasyon sisteminin LPG Piyasasında da uygulanabilir olduğu değerlendirilmektedir. Bu sayede, Türkiye enerji arzında önemli bir kaynak olan LPG'nin, piyasa faaliyetleri daha etkin bir şekilde izlenebilecektir.

Akaryakıt Dağıtım Sektöründe otomasyon sistemlerinin kurulumu, işletilmesi ve kesintisiz bir şekilde sürdürülebilmesi için önemli miktarlarda yatırım ve işletme maliyetine katlanıldığı bilinmektedir. Bu doğrultuda LPG piyasasında otomasyon sistemine geçilmesi durumunda ne kadarlık bir yatırım yapılması gerektiğinin yaklaşık hesaplamasının yapılması maliyet analizi açısından önem arz etmektedir. Ayrıca**,** gerek sistemin kurulum aşamasında gerekse sonrasında ortaya çıkabilecek olası sorunların önceden değerlendirilerek çözüm önerileri üretilmesi sistemin uygulamada daha sorunsuz çalışmasına katkı sağlayacaktır. Bu sebeple tez çalışmasında mevcut yöntemler incelenerek karşılaşılabilecek problemler için çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca dikkat

edilmesi gereken hususlar önceden belirlenmeye çalışılarak olası düzenlemeler için yol gösterici olması amaçlanmıştır.

LPG piyasasında kurulacak olan otomasyon sistemi ile bilgisayar teknolojilerinden faydalanarak uyum ve yönetim problemlerini minimize etmek, sektördeki faaliyetlerin izlenebilirliğini sağlamak, EPDK'nın çalışmalarındaki etkinlik ve verimliliği arttırmak ve sağladığı verilerle güçlü bir karar destek ve yönetim bilgi sistemi oluşturmak hedeflenmektedir. Geliştirilen otomasyon sistemleri ile mevzuatla ilgili düzenlemelere paralellik kazandırılması durumunda hedeflenen modern, hızlı, etkin, verimli ve şeffaf bir LPG piyasası yaratılması mümkün olabilecektir.

Kamuda yeni teknolojilerin bir araç olarak kullanılması, idareye maliyetlerde azalma, hizmet kalitesinde ve kaynakların sürdürülebilirliğinde artma sağlarken sektör paydaşları için ise zaman, emek, para gibi maliyetlerde azalma, memnuniyet, katılım ve güvende de bir artış anlamına gelmektedir. Bu sistem sayesinde hem EPDK hem de sektörde zaman ve işgücü tasarrufu, inceleme ve denetim faaliyetlerinde hızlanma, kayıp ve kaçakların önlenmesi, işlemlerde standardizasyonun sağlanması, bilgi kanalları oluşturarak şeffaflığın temin edilmesi, denetim stratejilerinin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan güvenilir ve ispat edilebilir bilgilerin sağlanması ve saklanması, sağlanan verilerden yararlanan etkin bir karar mekanizması oluşturulması, denetimde etkinlik, verimlilik ve eşgüdüm sağlanması mümkün olabilecektir.

LPG piyasasında otomasyon sistemlerinden faydalanılması piyasa faaliyetlerinin her aşamada sürekli olarak EPDK tarafından izlenmesine olanak sağlayacaktır. Bu sayede, piyasa yapısını bozan ve haksız kazanca sebep olan eylemlerin önüne geçilebilecektir. Ayrıca güvenli dağıtım ve denetim sağlanabilecek, yapılan faaliyetler ve stok hareketleri kayıt altında tutulabilecektir. Sonuçta daha adil bir piyasa yapısı oluşturularak hizmet sunan taraf için olması gereken rekabet ortamı sağlanırken, nihai tüketicinin de güveni ve memnuniyeti artırılacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZLARI (LPG) VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, sıvılaştırılmış petrol gazlarının genel özellikleri, kullanım alanları ve dünyada ve ülkemizdeki yeri hakkında bilgiler verilecektir.

1.1. LPG'nin Tanımı

Sıvılaştırılmış petrol gazı veya kısaca LPG (İngilizce adıyla Liquefied Petroleum Gas), temel olarak petrol yataklarının üzerinde bulunan doğal gazın ayrıştırılmasıyla veya ham petrolün rafinerilerde damıtılması esnasında yan ürün olarak elde edilen ve son dönemlerde artan bir şekilde yenilenebilir kaynaklardan da üretilen, renksiz, kokusuz ve yanıcı bir gazdır.[2]

Doğal gaz ve ham petrol üretimine bağlı olmasına rağmen, LPG kendine özgü avantajlara sahiptir ve türetildiği birincil yakıtların hemen hemen her yakıt işlevini yerine getirebilir. Dünyanın her yerindeki tüketicilere kolayca ulaşabilen, taşınabilir, temiz, verimli ve çok yönlü bir enerji kaynağıdır. Bu özellikleri nedeniyle ulaşım, evsel, sanayi, endüstri, turizm, tarım, hayvancılık ve enerji üretimi gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

LPG, ağırlıklı olarak hafif hidrokarbonlar olarak adlandırılan propan, bütan ve izomerleri veya bunların karışımından oluşur. Eser miktarda metan (CH_4), etan (C_2H_6), etilen (C_2H_4) ve pentan (C_5H_{12}) da bulunabilir. Ayrıca, içerdiği hidrokarbonların yanı sıra elde edildiği kaynak ve üretim proseslerinden dolayı kükürtlü bileşenleri de ihtiva eder. LPG, petrolden veya doğal gazdan doğrudan karışım halinde elde edilebileceği gibi, ana bileşenleri olan propan ve bütanın belirli oranlarda karıştırılmasıyla da elde edilebilir. LPG'nin içeriğindeki propan ve bütan oranları LPG'nin üretim tipine, kullanım alanına ve iklimsel durumlara göre değişiklik gösterir.[3]

[2] Dünya LPG Birliği, What is LPG?, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/ , Erişim: 17.04.2021
[3] Prof. Dr. Bilsen Beşergil, Hampetrolden Petrokimyasallara El Kitabı, İzmir, Haziran 2007, S. 158

Normal şartlarda gaz halinde bulunan LPG, basınç altında veya soğutma işlemiyle sıvılaştırılır ve likit haliyle suya benzer. Sıvı halden gaz haline geçiş sırasında hacmi yaklaşık olarak 25° C'de 240 - 270 kat artar. Yani bir litre sıvı LPG, yaklaşık 270 litre gaz enerjisine karşılık gelmektedir. Sıvılaştırıldığında hacmi düşen LPG, kompakt bir kapta çok daha fazla enerjinin taşınabilmesine olanak sağlar. Basınçlı kaplar içerisinde sıvı halde depolanan LPG, kullanılacağı yere transfer edilirken uygulanan basıncın kaldırılması ile gaz hale geçer ve gaz fazında kullanılır.[4]

LPG gazının zehirleyici özelliği bulunmamaktadır. Ancak havadan daha ağır bir gaz olduğu için sızıntı durumunda dibe çökerek zeminden itibaren yukarıya doğru birikir ve ortamdaki oksijen yüzdesini azaltmasından dolayı havasızlıktan boğulmalara sebep olabilir. Ayrıca, sıvı LPG açık havaya salındığında hızla buharlaştığı için, çıplak ciltle temas ederse ağrılı donma yanıklarına neden olur. Renksiz ve kokusuz bir gaz olan LPG, bulunduğu ortamda kullanıcılar tarafından kolayca ayırt edilebilmesi için rafineriler tarafından etil-merkaptan ile kokulandırılarak tüketiciye sunulur.[5]

LPG'nin tüplü, otogaz ve dökme olmak üzere üç temel kullanım şekli vardır. Otogaz olarak adlandırılan oto LPG, sıvılaştırılmış petrol gazının otomobillerde ve içten yanmalı motora sahip araçlarda yakıt olarak kullanılan formunu ifade eder. LPG tipi yakıt, otogaz dönüşümü yapılmış araçlarda benzin ve dizel (motorin) yakıta bir alternatiftir. Petrol kökenli alternatiflerine göre emisyon seviyesi oldukça düşüktür ve çevreci bir yakıttır. Ayrıca, otogaz dönüşümlü araçlar, yakıt ekonomisi ve bakım maliyetleri açısından da avantajlar sunar.[6]

Tüketiciye kamyon veya tankerlerle ulaştırılan LPG'nin, tanklarda depolanarak konutlarda ve sanayi işletmelerinde kullanılan formuna ise dökme LPG denir. Dökme LPG tankları, teknik özellikler, tüketici ihtiyaçları ve çevre düzenlemeleri gibi faktörler göz önüne alınarak toprak altına (yeraltı) ya da toprak üstüne (yerüstü) monte edilebilmektedir. Mevcut uygulamaların %95'i yeraltına, %5'ise yerüstüne yapılmıştır.[7]

---

[4] Dünya LPG Birliği, About LPG, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/ , Erişim: 17.04.2021
[5] Makine Mühendisleri Odası, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/75fcb6de80025fe_ek.pdf?tipi=68&turu=X&sube=7, Erişim:17.04.2021
[6] LPG Gas Blog, What is Autogas?, https://www.elgas.com.au/blog/1716-what-is-lpg-autogas-lpg-gas-conversion-lpg-vs-petrol, Erişim:18.04.2021
[7] Aygaz, Dökmegaz Hakkında Her Şey, 2. Bs., Mayıs 2007,

Depolandığı stok tankından çıkan LPG, buharlaştırıcı yardımıyla gaz fazına dönüştürülür ve gaz haldeki LPG boru içinde taşınarak kullanım noktasına ulaşır. Dökme LPG konutlarda ısınma, pişirme ve sıcak su ihtiyaçları karşılamada kullanılırken, endüstride buhar üretimi, ısıl işlemler, plastik ambalaj ve izolasyon malzemelerinin üretimi gibi pek çok uygulama alanında kullanılmaktadır.[8]

Halk arasında yaygın olarak "tüpgaz" adıyla bilinen ve çoğunlukla ısıtma, pişirme ve aydınlatmada kullanılan tüplü LPG, sıvılaştırılmış gazın taşınabilir çelik tüplere doldurulmuş formudur. Tüplerin boyutları kullanım yeri ve tüketim yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Çelik tüplerde rahatça depolanıp taşınabilmesi ve düşük sıcaklıklarda dahi kolayca buharlaşabilmesi LPG'yi diğer yakıtlara göre üstün kılan özelliklerdir. LPG basınç altında sıvılaştırılmış bir gaz olduğu ve kaynama noktası yaklaşık 0°C olduğu için oda sıcaklığında gaz fazındadır. LPG tüpte hem sıvı hem gaz halinde bulunur. Tüpün bağlı olduğu cihaz kullanıldığında, üstteki gaz halindeki LPG eksilir ve alttaki sıvı LPG dışarıdan aldığı ısı enerjisiyle buharlaşarak eksilen gazı yeniden oluşturur.[9]

1.2. LPG Üretimi

Dünyada üretilen toplam LPG miktarının yaklaşık %60'ı doğrudan petrol ve doğal gaz sahalarından elde edilir. Kalan %40 ya ham petrol işlenirken damıtma aşamasında oluşturulur ya da işlem sonrasında kompleks hidrokarbon moleküllerinin parçalanmasıyla bir yan ürün olarak ortaya çıkar.[10]

Doğal olarak yeraltındaki gaz birikimlerinden oluşan LPG, petrol ve doğal gazın çıkarılması esnasında açığa çıkar. Ayrıca, ham petrol kuyusundan doğal gaz çekilirken beraberinde çekilemeyen bir miktar LPG ham petrol içinde kalır. Ham petrol boru hatlarına ya da tankerlere verilmeden önce bu gazlar sıvılaştırılarak LPG halinde ayrılır.[11]

---

[8] Aygaz, Dökmegaz Hakkında Her Şey, 2. Bs., Mayıs 2007, https://www.aygaz.com.tr/Uploads/dokmegaz/dokmegaznedir.pdf, Erişim: 18.04.2021

[9] Aygaz, Tüpgaz Bilgilendirme, https://www.aygaz.com.tr/tupgaz/lpgnin-teknik-ozellikleri, Erişim: 18.04.2021

[10] Dünya LPG Birliği, Where does LPG come from?, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/ , Erişim: 19.04.2021

[11] Prof. Dr. Bilsen Beşergil, S. 244

1.2.1. Petrolden LPG Elde Edilmesi

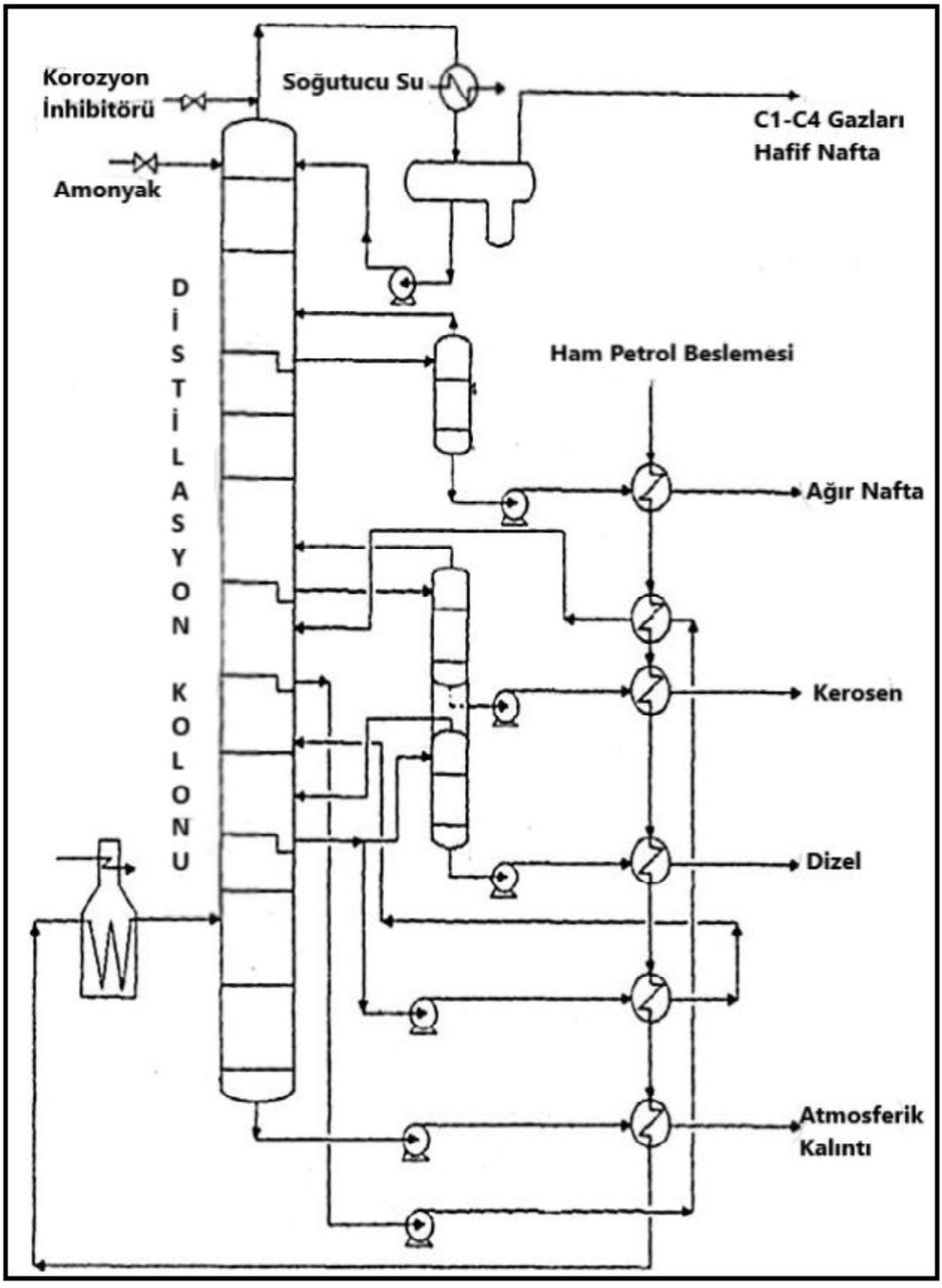
Petrol rafinasyonu, ham petrolü hidrokarbon gruplarına ayırmak amacıyla distilasyon veya fraksiyonlama prosesleriyle başlar. Ham petrolün rafinasyonuyla benzin, jet yakıtı, dizel gibi ürünlerin elde edilmesi aşamalarında çıkan ilk ürün sıvılaştırılmış petrol gazlarıdır. Petrol rafinerilerinde ham petrol işlenirken, ayrımsal damıtma (fractional distillation), dönüştürme (reforming), katalitik parçalanma (cracking) gibi çeşitli proses aşamalarında LPG üretilmektedir.[12]

Ham petrol, distilasyon kolonlarında atmosferik basınç ve vakum altında damıtılarak farklı kaynama aralıklarında hidrokarbon gruplarına ayrılır. Buradaki damıtma işlemi sıvı karışımının ısıtılıp düşük kaynama dereceli olanların kısmen buharlaştırılması sağlandıktan sonra tekrar yoğunlaştırılarak yüksek kaynama derecelilerden ayrıştırılması şeklinde olur. Dönüştürme prosesleriyle hidrokarbon moleküllerinin büyüklükleri ve/veya yapıları değiştirilir. Katalitik parçalanma prosesiyle, kompleks hidrokarbon molekülleri bir katalizör (zeolit, aluminyum hidrosilikat, boksit vb.) yardımıyla basit moleküllere parçalanarak kalıntılarından ayrıştırılır. Bu sayede ağır hidrokarbon hammaddeler içeriğinde etilen, propilen ve bütadien gibi hafif alkenlerin çoğunlukta olduğu etan, LPG ve hafif nafta gibi daha hafif fraksiyonlara dönüştürülür. Rafinasyon işlemi bittikten sonra elde edilen LPG, LPG ünitelerine gönderilerek kükürtten ayrıştırılır.[13]

Rafinasyon işlemlerinde üretilen LPG, işlenen ham petrolün %1 ila 4'üne karşılık gelmektedir. Bu oran, ham petrolün türüne, petrol rafinerisinin gelişmişlik derecesine ve propan ve bütanın piyasa değerlerine bağlı olarak değişmektedir.[14]

Ham petrolün distilasyon prosesi ve açığa çıkan ürünler Şekil 1.1'de açıkça gösterilmiştir.

[12] Prof. Dr. Bilsen Beşergil, S. 158
[13] İbid
[14] Dünya LPG Birliği, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/where-does-lpg-come-from/, Erişim: 19.04.2021



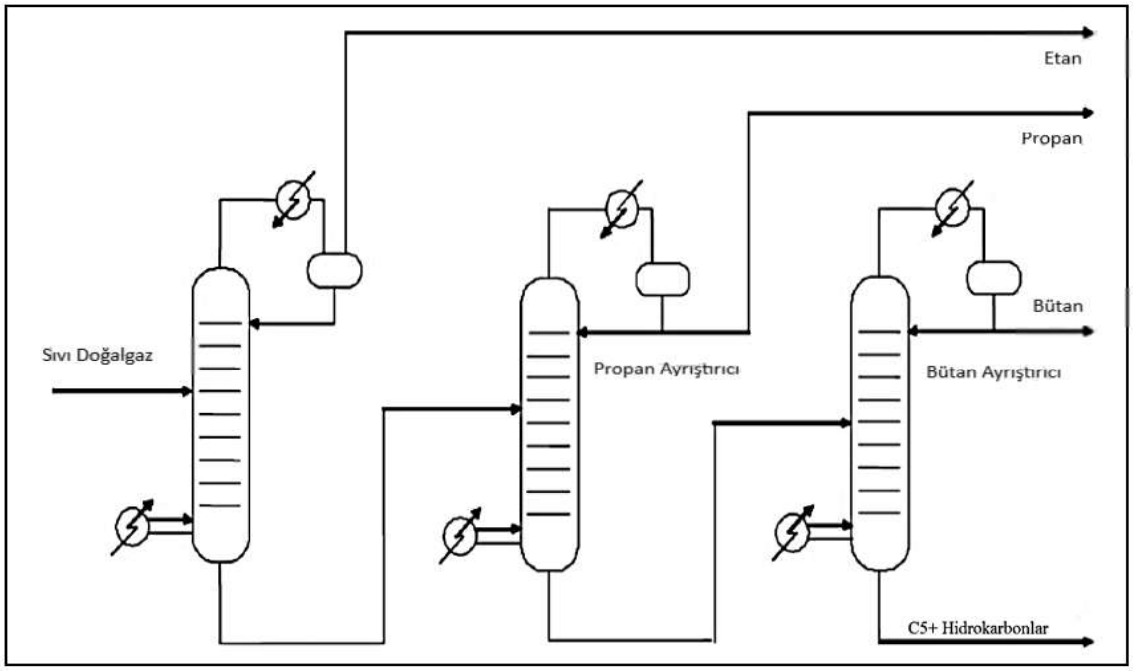
Şekil 1.1: Ham Petrolün Distilasyonunun Proses Şeması[15]

[15] Parkash, S., Refining Processes Handbook, Burlington, Elsevier, 2003

1.2.2. Doğal Gazdan LPG Elde Edilmesi

Yerden çıkan doğal gazın temel bileşeni (yaklaşık %90'ı) metandır. Geri kalan kısım ise, bir dizi başka sıvılaşabilen doğal gaz içerir. Bunlar arasında LPG olarak da bilinen propan, izobütan ve bütan gibi hidrokarbonlar bulunur. Doğal gaz piyasaya sürülmeden önce, propan ve bütan işlenmemiş gaz akışından ayrılır. Bu LPG bileşenleri, sıvı doğal gazın fraksiyonlu distilasyonu (ayrımsal damıtma) ile elde edilir.[16] Doğal gazdan LPG elde edilmesi süreci aşağıdaki şekillerde ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Şekil 1.2: Doğal Gazdan LPG Üretim Blok Diyagramı[17]



Şekil 1.3: Doğal Gazın Fraksiyonlu Distilasyon Proses Şeması[18]

Doğal gazın içerdiği LPG miktarı, doğal gazın üretildiği bölgeye göre farklılık göstermekle birlikte %1 ile %10 arasında olabilmektedir.[19]

[16] Prof. Dr. Bilsen Beşergil, S. 243
[17] Bayram Mutlu, Sıvılaştırılmış Petrol Gazından (LPG) Kükürt Gidermek Amacıyla Sorbent Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017, S. 8
[18] Bahadori, A., Natural Gas Processing and Technology, NSW, Elsevier, 2014
[19] Dünya LPG Birliği, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/where-does-lpg-come-from/, Erişim: 19.04.2021

1.2.3. Yenilenebilir Kaynaklardan LPG Elde Edilmesi

Son zamanlarda atıklar, kalıntılar, hayvansal yağlar ve bitkisel yağlar gibi yenilenebilir hammaddelerden de LPG üretilmektedir. BiyoLPG olarak adlandırılan bu ürün, LPG'nin tüm faydalarını son derece düşük karbon emisyonlarıyla birleştirir. Hammaddesine bağlı olarak karbon emisyonlarını %50-80 oranında azaltır. Yenilenebilir malzemelerden oluşan hammaddeler, enerji içeriklerinin saflaştırılması için bir dizi komplike işleme tabi tutulur. BiyoLPG'nin kimyasal yapısı, kullanımı ve lojistiği geleneksel LPG ile aynıdır. Bu nedenle, geleneksel LPG'nin yerini alabilir ya da karıştırılarak kullanılabilir. Ayrıca BiyoLPG'yi kullanmak için mevcut LPG altyapısında ya da cihazlarında değişiklik yapılmasına gerek yoktur.[20]

Tablo 1.1: BiyoLPG Dönüşüm Yolları ve Hammadde Özellikleri[21]

Dönüşüm teknolojisi	**Potansiyel hammaddeler**	**10.000 Ton/yıl BiyoLPG için gerekli hacimler**	**Açıklamalar**
Hidrodeoksijenasyon/ Trigliseritlerin hidrojenasyonu	Bitkisel yağlar, hayvansal yağ (iç yağı) /atık yağ veya kullanılmış yemeklik yağ	~200.000 ton hammadde girişi	Elde edilen ana ürün yenilenebilir dizeldir. Biyopropan, 10:1 oranında üretilen bir yan üründür.
Biyogazdan BiyoLPG'ye (biyogaz/ sentez gazı reformu)	Tarım ve hayvancılık endüstrilerinin yan ürünleri- tarla ve işleme artıkları; kanalizasyon ve atık su; kentsel katı atık	~30.000 ton ham biyogaz. Türüne bağlı olarak (saf gıda atığı veya gübre gibi biyolojik katılar) yaklaşık 160.000–500.000 ton hammadde girdisine eşdeğer	Metan üretmek için oksijen yokluğunda organik maddeyi parçalamak için mikroorganizmaların kullanıldığı anaerobik parçalama üzerinden biyogaz üretimi
Katalitik termo-kimyasal dönüşüm	Biyokütle / Kentsel katı atık	~70.000 ton hammadde	BiyoLPG, uygulanan dönüşüm yolunun küçük hacimli bir yan ürünüdür.

[20] Mr. Kimball Chen, LPG For Distributed Energy, Ekim 2018, https://static1.squarespace.com/static/5633c4c2e4b05a5c7831fbb5/t/5c056ea80ebbe83749443ae4/1543859895617/Kimball+Chen-Stanford-LPGforDistributedEnergy-Oct2018.pdf , Erişim: 19.04.2021

[21] The Global LPG Partnership, Assessing Potential for BioLPG Production and Use within the Cooking Energy Sector in Africa, Eylül 2020, S. 25

1.3. LPG'nin Tarihi

Yanıcı gazların, binlerce yıl öncesinde bile insanlar tarafından ısınma ve aydınlatma için kullanılmasına karşılık, LPG enerji dünyasında nispeten yeni bir kaynaktır. İlk kez 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Benzin kıtlığının yaşandığı zamanlarda ise gazlı yakıtların kullanımının yaygınlaştığı düşünülmektedir.[22]

Modern haliyle tüplü LPG, 1904 yılında Dr. Herman Blau adlı bir Alman kimyager tarafından hayata geçirilmiştir. Dr. Herman, Blaugas adını verdiği, esas olarak kalıcı gazlar, sıvı gazlar ve hafif petrolden oluşan bir tüplü gaz yaratmıştır. Üretimi çok pahalı olan bu gaz, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) zengin kesime pazarlanmıştır.[23]

LPG'nin, petrolün önemli bir bileşeni olarak tanımlanarak enerji alanında yerini alması ise 1910 yılında gerçekleşmiştir. Amerikalı bilim adamı (kimyager ve patlayıcı uzmanı) olan Dr. Walter Snelling, bir Ford Model T araç sahibinin, aracına aldığı benzinin eve gelmeden yarı yarıya azalmasından şikâyet etmesi üzerine aracın benzininden incelemek için numune alır. Dr. Snelling, aldığı numuneden buharlaşma sonucunda gaz çıkışı olduğunu gözlemler ve bunun üzerine, benzini sıvı ve gaz bileşenlerine ayırabilecek bir düzenek oluşturur. Bu sayede, LPG'nin ana bileşenleri olan propan ve bütan ile diğer hidrokarbonları, sıvı benzinden ayrıştırmayı başarır. Daha sonra, buharlaşan gazların orta sıcaklıklar ve basınçlar altında yoğunlaştırılıp sıvı olarak muhafaza edilebileceğini keşfeder. Bu keşiflerinden sonra Dr. Snelling, LPG'nin babası olarak tanınır.[24]

Üretilen LPG, ilk olarak pişirme ve aydınlatma amacıyla kullanılmıştır. 1912 yılında ilk ev tipi mutfak ocağı geliştirilmiştir. Propan ise, ilk olarak metal kesme için kaynak makinesinde yakıt olarak kullanılmıştır. Dr. Snelling, 1913 yılında propan üretimi için patent almıştır. Daha sonra, dönemin en büyük doğal benzin üreticisi Frank Phillips tarafından endüstriyel ölçekte LPG üretimi için patent alınmıştır.[25]

---

[22] Ian Oultram, Changeover Natural Gas to LPG, LPGTraining, Book 1, 2014, http://www.lpgtraining.co.uk/pdf/sample.pdf, Erişim: 20.04.2021

[23] İbid

[24] The Story of LPG, 2. Bs., İngiltere, Poten & Partners, Mayıs 2003, S.3

[25] İbid

LPG pratikte pişirme, aydınlatma ve metal kesme alanlarında kullanılmış olsa da ticari olarak üretimi 1920 yılından sonra başlamıştır. Ülke çapındaki satışlar 1922 yılında sadece 400 ton iken sonraki yıllarda 800 tona yükselmiştir. LPG, motorlu araçlarda ilk olarak 1928 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Aynı yıl, LPG ile çalışan ilk buzdolabı yapılmıştır. Bu gelişmeler üzerine, ABD'deki LPG tüketimi artarak 20 bin tona yükselmiştir. Propan-bütan endüstrisi yıllar içerisinde daha da güçlenerek 1934 yılında satılan LPG miktarı 120 bin ton seviyelerine ulaşmıştır.[26]

1930'larda uluslararası hava yolculuklarında zeplinlerin popüler olarak kullanılması, LPG tüketimini önemli ölçüde artırmıştır. ABD ve Avrupa arasında düzenli uzun yol seferleri yapan bu hava gemilerinde motor yakıtı olarak LPG'nin ana bileşenlerinden olan bütan kullanılmıştır. Bu nedenle pek çok yerde yakıt ikmal istasyonlarına bütan tankları yerleştirilmiştir. Gaz halindeki bütanın kullanılması, sıvı yakıtların aksine zeplinlerin toplam ağırlığını değiştirmediğinden uçuş sırasında zeplinlerin uzun süre aynı seviyede kalmasına olanak sağlamıştır. Ancak 6 Mayıs 1937 tarihinde New Jersey'de yaşanan Hindenburg zeplin felaketi ile zeplin dönemi sona ermiştir. Yapılmış en büyük zeplin olma özelliğini taşıyan Hindenburg zeplininde yaşanan kaza sonucunda 36 yolcu hayatını kaybetmiştir. 305 metrelik boyu ve 41 metrelik çapı ile üç jumbo jet uzunluğundaki zeplinin ani dönüşü sırasında kopan iskeletinin hidrojen tanklarından birini delmesiyle zeplin alev almıştır. Bu olay üzerine çok sayıda bütan tankı atıl durumda kalmıştır. Fakat gaz sobası ithalatı yapan Ernesto Igel, Rio de Janeiro'da bulunan 6.000 atıl bütan tankını alarak pişirme yakıtı olarak kullanmıştır. 1939 yılında Ernesto Igel'in şirketi Ultragaz 166 müşteriye sahipken, LPG kullanımının yaygınlaşmasıyla 1950 yılında 70.000 müşteriye ulaşmıştır. Bugün ise, Ultragaz şirketi dünyanın en büyük LPG operatörlerinden biridir. [27]

İkinci Dünya Savaş'ından sonra sanayi üretiminin yeniden canlanmasıyla, ABD'deki LPG satışları 2 milyon tonu aşmıştır. Bu dönemde, ABD'deki konutların yaklaşık %62'sine LPG arzı sağlanmıştır. 1947'de ilk sıvılaştırılmış gaz tankeri inşa edilerek, hizmete alınmıştır. 1950 yılına gelindiğinde, Chicago'da toplu taşımada LPG ile çalışan otobüsler kullanılmaya başlanırken aynı yıl Milwaukee'de 270 takside LPG

[26] Piotr Złoty, History of LPG – the first 100 years, Mart 2013, https://gazeo.com/up-to-date/news/2013/History-of-LPG-the-first-100-years,news,6662.html, Erişim:20.04.2021
[27] The Story of LPG, S. 12

dönüşümü yapılmıştır. 1958'de LPG satışları 15 milyon tona ulaşmış ve 1965'te Chevrolet ticari araçlar için 4 yeni LPG ile çalışan motor piyasaya sürmüştür. Sonraki yıllarda, uluslararası ihracat sözleşmelerinin de uygulamaya geçmesiyle yurt içi satışların yanı sıra ihracat da artarak devam etmiştir.[28]

Avrupa'da LPG kullanımının yaygınlaşması esas olarak petrol kıtlığının yaşandığı dönemde olmuştur. Otomotiv sektöründeki alternatif enerji kaynağı arayışı LPG'nin araçlarda yakıt olarak kullanımını gündeme getirmiştir. İlk olarak 1930'ların ortalarında Fransa'da tanıtılan LPG, ABD'den tüplü olarak ithal edilmiştir. 1934 yılında Almanya, petrol ithalatına olan bağımlılığını azaltmak için bir program başlatmış ve ertesi yıl Berlin'deki uluslararası otomobil fuarında birkaç alternatif yakıtlı araç (her biri metan ile çalışan üç dizel, iki buharlı, LPG ve metanol ile çalışan) tanıtılmıştır. Geleneksel yakıtların kıtlığı nedeniyle özellikle oto gaz sistemleri popüler hale gelmeye başlamıştır. Diğer pazarlardan farklı olarak LPG'nin Almanya'da otogaz olarak tüketimi, konutlarda yemek pişirmek için kullanımından yaklaşık 50 kat daha fazla olmuştur.[29]

1938'de İtalyan Liquigas şirketi, Venedik yakınlarındaki bir tesiste tüpleri LPG ile doldurmaya başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesiyle kesintiye uğrayan LPG ihracatı, savaş sonrasında tekrar hız kazanmıştır. Özellikle Hollanda ve İtalya'da LPG'li araç kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. 1954'te ABD'den ithal edilen ilk LPG'li otomobiller Hollanda pazarında yerini almış ve ABD ile Almanya'dan gelen ekipmanlar yardımıyla ilk LPG yakıt ikmal istasyonları kurulmuştur. Daha sonraki süreçlerde de benzin fiyatlarında artışların yaşanmasına bağlı olarak LPG'nin üretimi ve tüketimi yaygınlaşmaya devam etmiştir.[30]

Türkiye'de ilk LPG faaliyeti, 1961 yılında İpragaz Anonim Şirketi tarafından Kocaeli Yarımca'da tüp dolum tesisinin kurulması ile başlamıştır. O güne kadar Türkiye'de rafineri bacasından atılan LPG, dev bir sektöre dönüşmüştür. LPG ticaretinin başladığı ilk yıl toplam tüketim sadece 630 ton iken bu miktar yıllar içinde katlanarak artmıştır. 1960'lı yıllarda 3 dağıtım şirketi varken bu sayı günümüzde 100'e yaklaşmıştır. 1970'lerden itibaren başta sanayi olmak üzere pek çok alanda dökme LPG de

[28] Piotr Złoty, https://gazeo.com/up-to-date/news/2013/History-of-LPG-the-first-100-years,news,6662.html, Erişim:20.04.2021
[29] https://auto-gas.net/about-autogas/history/ , Erişim: 03.05.2021
[30] Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Farklı Kullanım Alanların İncelenmesi, EPDK, Ankara, 2020

kullanılmaya başlanmıştır. Otogaz LPG'nin, ulaşım sektörüne girişi ise 1995 yılında olmuştur.[31]

1.4. LPG'nin Genel Özellikleri

LPG, içeriğinde farklı sayıda hidrojen ve karbon atomunun birleşmesiyle oluşan hidrokarbon moleküllerini ihtiva eden bir gazdır. Ana bileşenleri propan, bütan ve izomerleridir. Enerjiyi en verimli şekilde elde etmek için genellikle propan ve bütan karıştırılır. Propan ve bütanın kimyasal yapıları benzer olmasına rağmen özelliklerindeki küçük farklılıklar nedeniyle kullanım alanları ya da karışım oranları değişiklik gösterebilmektedir. Buna bağlı olarak LPG'nin, fiziksel ve kimyasal değerleri karışım oranlarına göre değişkenlik gösterebilir.

Tablo 1.2: Propan, Bütan ve LPG Karışımının Özellikleri[32]

Özellik	**Propan (C_3H_8)**	**Bütan (C_4H_{10})**	**Propan/Bütan Karışım (%60 bütan / %40 propan)**
Moleküler ağırlık (gr/mol)	44,09	58,12	49,7 (ort.)
Karbon içeriği (ağırlıkça %)	81,72	82,66	82,15
Hidrojen içeriği (ağırlıkça %)	18,28	17,34	17,85
Sıvı yoğunluğu (15ºC'de, kg / l)	0,510	0,575	0,536
Gaz yoğunluğu (kg / m3) (15ºC, atmosfer basıncı)	1,86	2,46	2,10
Gaz/Sıvı hacim oranı, SSB'de*	274:1	233:1	258:1
1 kg sıvı başına ortaya çıkan gaz hacmi, SSB'de*	537	405	484
Kaynama noktası, ^{O}C (atmosfer basıncında)	-42,1	-0,5	-42,1 -0,5
Buhar basıncı kPa**, 20ºC'de	710	110	500

[31] İbid

[32] AFROX, Liquefied Petroleum Gas,https://www.afrox.co.za/en/images/Section%205%20Interactive%20-%20Liquefied%20Petroleum%20Gas_tcm266-598924.pdf, Erişim: 04.05.2021

Kalorifik (ısıl) değer, 25ºC'de (megajoule / kg)	Üst: 49,8 Net: 46,0	Üst: 49,4 Net: 45,6	Üst: 49,6 Net: 45,8
Havadaki alev alma sınırları (hacimce %)	2,2 – 10	1,8 – 9	1,8 – 10
Yanma için gerekli hava miktarı, m^3, SSB'de*	22,5	29,5	24,9

* SSB: Standart Sıcaklık (0^oC) ve Basınç (100 kPa mutlak)
** kPa: Kilopascal (=0.01 bar)

1.4.1. Yoğunluk

LPG yoğunluğu, belirli bir sıcaklıkta birim hacim başına kütlesi (kilogram/litre (kg / l)) olarak tanımlanır. LPG sıvısının yoğunluğu 15ºC'de yaklaşık 0,54 kg / l'dir ve bu oran suyun yoğunluğunun neredeyse yarısıdır. Bu nedenle sıvı haldeki LPG, sudan daha hafiftir.[33]

LPG buharının yoğunluğu ise havanın yaklaşık 1,9 katıdır ve bu da havadan daha ağır olduğu anlamına gelir. Bir sızıntı durumunda havadan daha ağır olan buhar, zemin boyunca en düşük seviyeye akar ve yeterli hava akışı olmadığı durumlarda boğma ya da patlama riski oluşturabilir. Bu nedenle LPG tüplerini depolamak için kullanılan binalar yeterli zemin seviyesinde havalandırmaya sahip olmalıdır.[34]

1.4.2. Genleşme Hızı

Genleşme, sıcaklığı bir derece yükseltildiğinde bir maddenin birim hacmindeki artış olarak tanımlanır. Sıvı haldeki LPG'nin ısıl genleşme hızı suyun yaklaşık 10 katıdır ve sıvılar sıkıştırılamadığından, LPG'nin depolanma, işleme ve doldurulma şeklini etkileyen en önemli özelliğidir. Bu sebeple, sıvının olası termal genleşmesine izin vermek için depolama tankları ve portatif tüpler, iç hacmin %85'inden fazla doldurulmamalıdır.[35] LPG'nin sıcaklığına göre depolama tanklarının azami doldurulma oranı ilgili standartlar ile belirlenmiştir.

[33] AFROX, ,https://www.afrox.co.za/en/images/Section%205%20Interactive%20-%20Liquefied%20Petroleum%20Gas_tcm266-598924.pdf, Erişim: 04.05.2021
[34] İbid
[35] İbid

LPG'nin valfi açıldığında, tüp içindeki basınç azalır ve sıvı daha düşük basınçta buharlaşmaya (kaynamaya) başlar. Gazın bu buharlaşması soğumaya neden olur ve gazın sıcaklığı düşer. Gaz çıkış oranı çok yüksekse, gaz sıcaklığı 0ºC'nin altına düşecektir ve tüpün alt dış duvarında buz oluşmaya başlayacaktır. LPG içeriğindeki propan ve bütanın kaynama noktaları sırasıyla -42,1ºC ve -0,5ºC olduğu için propan kaynamaya devam ederken, bütan -0,5'in altındaki sıcaklıklarda sıvı halde kalır. Bu durumu önlemek için buharlaştırıcı üniteleri kullanılır ya da bütan/propan karışımı yerine saf propan kullanılır. Düşük kış sıcaklıkları da benzer etkiyi yaratacağından bu dönemlerde karışımdaki bütan oranı düşürülür ya da saf propan kullanılır.[36]

1.4.3. Buhar Basıncı

Buhar basıncı, herhangi bir sıcaklıkta bir sıvının ve buharının dengede olduğu basınçtır. Buhar basıncı, ortam sıcaklığında gazın uygulayacağı basıncı belirlediği için depolama tanklarının/tüplerinin tasarımını ve taşıma gereksinimlerini etkiler. Bir litre sıvı karışım LPG atmosferik basınca (100 kPa) maruz kaldığında hızla ve tamamen buharlaşarak 15ºC'de yaklaşık 275 litre buhar oluşturur. Sıcaklıkla birlikte buhar basıncı da hızla artarak 20 ºC'de 500 kPa'ya ve 60 ºC'de 1 550 kPa'ya yükselir.[37]

Tablo 1.2'de görüldüğü üzere aynı sıcaklıkta propanın buhar basıncı bütana göre daha yüksektir. Bu nedenle, çoğunluğu propan içeren bir silindirdeki buhar basıncı, çoğunluğu bütan içeren bir silindirinkinden çok daha yüksek olacaktır. Propanın yüksek buhar basıncına sahip olması, LPG'nin daha kolay yanmasına sebep olur. Bu özellikler doğrultusunda özellikle otogaz ve ev tüplerinde, iklimsel koşullar ve kullanım amacı da gözetilerek bu iki bileşenin oranları dengelenmeye çalışılır. Kanada gibi kış sıcaklık değerlerinin düşük olduğu ülkelerde LPG olarak propan kullanılmaktadır. Tropik iklimli (düşük kış sıcaklık değerlerinin olmadığı) bölgelerde ise yıl boyunca propan ve bütan karışımı kullanılmaktadır. Piyasaya arz edilen LPG'nin karışım oranı yaklaşık olarak %70 bütan ve %30 propan şeklindedir.

[36] İbid
[37] AFROX, https://www.afrox.co.za/en/images/Section%205%20Interactive%20-%20Liquefied%20Petroleum%20Gas_tcm266-598924.pdf

1.4.4. Kalorifik (Isıl) Değer

Yanan tüm maddeler ısı şeklinde enerji üretirler. Bu ısının miktarı maddenin doğasına göre değişir. Bir maddenin birim kütlesi (veya birim hacmi) standart bir sıcaklık ve basınçta yandığında açığa çıkan toplam ısı miktarı Kalorifik (Isıl) Değer olarak bilinir. Genellikle kg başına megajul (MJ / kg) olarak ifade edilir. LPG için üst ısıl değer, 25^{o} C'de yaklaşık 49,6 MJ / kg'dır.[38]

LPG'nin en büyük avantajı likit olarak depolanabilmesidir. Bununla birlikte çoğunlukla gaz olarak kullanılmaktadır. Standart sıcaklık ve basınçta bir hacim sıvı propan, yaklaşık 274 hacim (bütan için 233) yüksek kalorifik değerli yakıt gazı verir.

1.4.5. LPG'nin Avantajları

- ✓ LPG, kullanım şartlarına uyulduğunda, tüketicilerin güvenle kullanabileceği bir yakıttır.
- ✓ LPG'nin yanıcılık (alev alma) sınırları diğer gazlı yakıtların çoğundan çok daha dardır ve bu bakımdan daha güvenlidir.
- ✓ Doğal gazın sağladığı bütün faydaları sağlayan ve herhangi bir merkezi altyapı gerektirmeyen bir enerji türüdür.
- ✓ Herhangi bir yaşam biriminin yaklaşık tüm enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir.
- ✓ Ambalajlanabilir ve taşınabilir bir enerji türüdür.
- ✓ Diğer yakıt türlerine göre ısı değeri yüksek ve verimli bir yakıttır.
- ✓ Basit hidrokarbon bileşiklerinden oluştuğu için diğer enerji kaynaklarına göre daha temiz ve çevreci bir yakıttır. Benzin ve dizel emisyonları ile karşılaştırıldığında, LPG'den kaynaklanan emisyonlar daha düşük seviyelerde hidrokarbon bileşikleri, nitrojen oksitler, kükürt oksitler, hava toksikleri ve partiküller içerir.
- ✓ Tamamen kapalı yakıt sistemi akıtma ve buharlaşma kaybını ortadan kaldırır.
- ✓ Diğer petrol ürünlerine kıyasla daha ekonomiktir. Petrol fiyatlarındaki artış nedeniyle, gelişmekte olan ülkelerde benzin veya dizel yerine LPG kullanımı tercih edilmektedir.

[38] İbid

1.5. LPG'nin Kullanım Alanları

LPG, sahip olduğu özellikler sayesinde 1000'den fazla alanda kullanılan çok yönlü bir enerji kaynağıdır. Bu alanlar evsel, endüstriyel, tarımsal, ticari ve ulaşımda kullanımı olmak üzere beş ana başlık altında gruplandırılabilir.

1.5.1. LPG'nin Evsel Kullanımı

LPG'nin en yaygın kullanım alanı evsel kullanımdır. Pek çok gelişmekte olan ülke, özellikle nüfuslarının temiz pişirme yakıtı ihtiyaçlarını karşılamak için LPG sektörlerinin gelişimine öncelik vermiş durumdadır. Dünyada ısıtma amacıyla yüksek oranda fosil yakıtlar kullanılmasına rağmen, gelişmiş ülkelerdeki kentleşmenin yoğun olduğu yerlerde fosil yakıtlara kıyasla daha çevreci tercihler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal gazın ulaşamadığı ya da yatırım maliyetinin yüksek olduğu yerlerde (daha çok kırsal bölgelerde) tedarikinin doğal gaza kıyasla kolay olmasından dolayı LPG daha fazla tercih edilmekte ve bu bölgedeki insanların yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlamaktadır. Doğal gazın, sıvılaşması için LPG'ye göre daha düşük sıcaklık ve yüksek basınç gerektirmesi doğal gaz dağıtım hatlarının bulunmadığı bölgelerde LPG'yi avantajlı hale getirmektedir.

LPG, uzun yıllardır konutlarda yemek pişirme, ısınma ve sıcak su ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılır. Mutfak, pastane, restoran gibi kapalı alanlardaki ocak ve fırınlarda, dış mekanlarda ise ızgara ve barbekü gibi pişirme cihazlarında ısı kaynağı olarak kullanılır. Konutlarda ısınma ve sıcak su ihtiyacı, LPG'nin kombi veya merkezi ısıtma sistemlerine bağlanmasıyla ya da katalitik, şofben gibi portatif ısıtıcılarda kullanımıyla sağlanır. Bu portatif ısıtıcılar dış mekanlarda da (bahçe, kafe, restoran vb.) yaygın bir şekilde kullanılır. Ayrıca pişirme ve ısınma alanlarında kullanımı kadar yaygın bilinmese de klimalarda, çakmaklarda, arazi ve bahçe bakımında kullanılan çim biçme makinesi, basınçlı yıkama ve su pompalama teçhizatlarında, açık hava etkinliklerinde, kamp alanlarında, plajlarda ve şantiyelerde aydınlatma ihtiyacının karşılanmasında, şebeke dışı elektrik üretilmesinde, kuru temizleme hizmetlerinde de LPG tercih edilir.[39]

[39] EPDK, LPG'nin Farklı Kullanım Alanlarının İncelenmesi, S.20

1.5.2. LPG'nin Endüstriyel Kullanımı

LPG, daha yüksek kalorifik (ısıl) değere sahip olduğundan ve dolayısıyla yanarken daha fazla ısı (alev) verdiğinden endüstriyel prosesler için doğal gaza kıyasla önemli bir fayda sağlar. Özellikle işlem sıcaklıklarında yüksek derecede hassasiyet ve esnekliğin gerekli olduğu çok çeşitli prosesleri desteklerken temiz bir yakıt olması (yanarken kükürt, kurşun, karbon vb. kalıntısı bırakmaması) sebebiyle ürün kalitesini artırır ve üretim faaliyetiyle ilişkili teknik sorunları azaltır.

Küresel LPG üretiminin yaklaşık %30'u plastik ve petrokimya üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca endüstriyel işlemlerde pişirme, sıcak su, buhar ve güç üretimi, ısıl işlemler, kurutma, lehimleme, kesme, kaynak vb. gibi çeşitli prosesler için gerekli enerji ihtiyacını karşılar. Cam endüstrisinde şekil verme, parlaklık arttırma, tavlama gibi proseslerde; seramikçilikte ve tuğla endüstrisinde pişirme işlemlerinde; tekstil ve deri sanayinde kurutma, sertleştirme, tıraşlama, iplik yakma ve ütüleme gibi pek çok aşamada; metal endüstrisinde metalin eritilmesi, tavlanması ve metale şekil verilmesi işlemlerinde kullanılır. Gıda, kimya, plastik, kauçuk, kağıt, ahşap ve mobilya endüstrisinde de benzer uygulamalar için çokça tercih edilmektedir. Ayrıca birçok endüstri sektöründe, yükleri hem iç hem de dış mekanlarda kaldırmak ve aktarmak için kullanılan forkliftlerde de yakıt olarak kullanılır.[40]

Yapı sektöründe ise LPG, toprak işlerinden çatıya, kesme ve kaynak uygulamalarından yapıları kurutma işlemine kadar çeşitli ihtiyaçlar için kullanmaktadır. Yol asfaltlama işlemlerinde bitüm (zift/katran) ısıtması, yolların onarımı ve döşenmesi, yol işaretlerinin aydınlatılması ve projektör aydınlatmasında; trafik ve demir yolu inşaatında sondaj, alevle/oksijenle kesme, kaynaklama, ısıtma, bükme, beton kırma, asfalt kesme, balast sıkıştırma ve sabitleme ve diğer çok işlevli görevlerde yakıt kaynağı olarak kullanılmaktadır. Maden sahalarında güç üretimi, brülör, ısıtma ve kurutma işlemlerinin yanı sıra ağır iş makinelerinde yakıt olarak kullanılır.[41]

[40] Exceptional Energy in Action, https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=1&cntnt01returnid=17, Erişim: 05.05.2021
[41] İbid

Bunlara ek olarak, standardize edilmiş LPG'nin, kloroflorokarbon gibi ozon tabakasına zarar veren gazların yerine aerosol sanayinde itici gaz olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Aerosol itici gazları pestisitler (tarım ilaçları), oda spreyi, parfüm, kozmetik ve sprey boya üreticileri tarafından kullanılır. Standardize LPG, ayrıca plastik ambalaj ve izolasyon malzemeleri üretiminde de yaygın şekilde kullanılır.[42]

1.5.3. LPG'nin Tarımsal Kullanımı

LPG, tahıl kurutmada kullanılan yakıtların ürün üzerinde oluşturdukları kalite bozucu etkilerin (hijyen, kararma, koku vs.) ortadan kaldırılmasına ve kurutma maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlar. Tarım alanında kullanılan makineler, traktör, forklift, su ısıtıcı, sulama ve damlama sistemleri, jeneratörler, ilaçlama sistemleri, yabani ot temizleme makineleri ve su pompalarında yakıt olarak kullanılır.[43]

Seralar, fidanlıklar, tavuk ve balık çiftliklerinde LPG kullanılması, bitki ve hayvan gelişimini olumlu yönde etkiler. Bu alanlarda ısıtma için kullanılan propan gazının yanması sonucunda ortaya çıkan su buharı havanın kurumasını önler. LPG ile çalışan radyant ısıtıcılar sayesinde homojen ısı dağılımı sağlanarak istenilen uygun koşullar sağlanır. Ayrıca LPG'nin yanması sonucunda ortaya çıkan karbondioksit (CO_2), bitkiler tarafından fotosentezde kullanılır.[44]

1.5.4. LPG'nin Ticari Kullanımı

Oteller, turizm işletmeleri, restoranlar ve kafeler için çevre temizliği ve çevrenin korunması vazgeçilmezdir. LPG, diğer yakıtların yanmaları sonucu ortaya çıkan is, koku ve kurum gibi atıklar oluşturmaz. Ayrıca alternatiflerine kıyasla çok daha uygun maliyet avantajı sağlar. Bu nedenle işletmelerde çok sayıda uygulama için enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir. LPG, mutfaktaki tüm cihazlarla uyumlu çalışarak kesintisiz enerji verir. Ürettiği anlık ve kontrol edilebilir pişirme alevi, ihtiyaç duyulan esnekliği ve

[42] İbid
[43] Exceptional Energy in Action, https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=2&cntnt01returnid=17, Erişim: 05.05.2021
[44] Exceptional Energy in Action, https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=2&cntnt01returnid=17

güvenilirliği sağlar. Taşınabilir özelliği ile özellikle şebeke gaza bağlı olmayan ya da sokak yemekleri satan şebeke dışı işletmeler için ideal yakıt seçimidir.[45]

Hastanelerde, havayı ısıtmak ve soğutmak, yemek pişirmek ve sıcak su elde etmek için kullanımının yanı sıra aydınlatma ve güç üretimi için önemli bir kaynaktır. Kesintisiz güç ihtiyacı olan hastaneler ve sağlık tesislerinde kullanılan LPG jeneratörleri güvenilir ve verimli aydınlatma sağlar. Ayrıca LPG, güvenli bir şekilde imha edilmesi gereken tehlikeli biyo-tıbbi atıkların herhangi bir zararlı emisyon yaymadan tamamen yakılabilmesi için yüksek sıcaklık sağlamak amacıyla yakma fırınlarında kullanılır.[46]

Son dönemlerde havacılık sektöründe ve havaalanlarında da LPG ile çalışan ekipman ve temizlik araçları, itiş römorkörleri, bagaj yüklenicileri, çekiciler gibi araçların kullanımı artmıştır. Eritme ve birleştirme işlemleri için güçlü ve keskin bir aleve ihtiyaç duyan kuyumcular için de lehimleme, kaynak, alevle kesme ve brülör işlemleri için önemli bir enerji kaynağıdır.[47]

1.5.5. LPG'nin Ulaşımda Kullanımı

Kolay bulunması, ekonomik olması, dönüşüm sistemlerinin kolay uygulanabilmesi ve diğer yakıtlara kıyasla çevreyi daha az kirletici özellikte olması nedeni ile dünyada birçok ülkede, LPG'nin taşıtlarda kullanımı teşvik edilmektedir. Günümüzde otogaz Türkiye, Rusya, Güney Kore, İtalya, Hollanda, Fransa, Belçika, Japonya ve Amerika'da yakıt olarak otomobillerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Japonya gibi nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bazı ülkelerde hava kirliliğini azaltmak adına otomobillerin yanı sıra otobüs ve taksilerde de LPG kullanımı teşvik edilmektedir.

Otogaz binek otomobiller dışında kamyon, otobüs, traktör, motorsiklet, tripod, fortlift gibi kara araçlarında yakıt olarak kullanılır. Denizcilik sektöründe düşük kükürtlü yakıtların kullanımının zorunlu hale gelmesiyle deniz taşıtlarında kullanımı

[45] Exceptional Energy in Action, https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=3&cntnt01returnid=17, Erişim: 05.05.2021
[46] İbid
[47] İbid

yaygınlaşmıştır. Ayrıca turizm bölgelerinde uçurulan sıcak hava balonlarında havacılık yakıtı olarak da kullanılmaktadır.[48]

1.6. LPG'nin Taşınması ve Depolanması

Doğal gaz, benzin türleri, gazyağı, jet yakıtları, dizel yakıtlar, fuel oiller vb. tüm yakıtlar gibi LPG de yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı bir yakıttır. Dolayısıyla taşıma ve depolama koşulları genel olarak sağlık, güvenlik ve çevre koruma amaçlı olarak yönetmeliklerle güvence altına alınmaktadır. LPG'nin taşınması ve depolanmasına ilişkin genel kurallar;

- Taşıma ve depolamada öncelikle 'yanıcı ürün' yönetmelikleri dikkate alınmalı, kıvılcım ve çıplak alevle temas etmesi önlenmelidir.
- Bulunduğu alandaki elektrik sistemi yönetmeliklere uygun olmalıdır.
- Basınçlı kaplar veya tanklardan transfer edilirken topraklama yapılmalı, statik elektrik oluşumu asgariye indirilmelidir. Uygun havalandırma açıklığı bulunan kapalı ve etiketli tanklarda depolanmalıdır.
- Boşalmış depo tanklarında yanıcı ve patlayıcı buharlar bulunabileceğinden, boş tanklarda temizlenmeden herhangi bir basınçlandırma yapılmamalı, kesme, kaynak, vs. gibi alevle çalışmalardan kaçınılmalıdır.
- Depolama yapılan alan uygun olmalı ve çok iyi havalandırılmalıdır.[49]

1.6.1. LPG'nin Taşınması

Günümüzde, küresel aktörlerden serbest çalışan distribütörlere kadar dört milyondan fazla insan ve binlerce şirket, LPG'nin tüketicilere zamanında ve güvenilir bir şekilde ulaşmasını sağlamak için her gün çalışmaktadır. LPG tedariki, üreticilerle yani petrol ve doğal gaz endüstrisi ile başlar. LPG pazarlamacıları, operasyon ölçeği yerelden çok ulusluya kadar değişebilen petrol veya gaz şirketlerine bağlı kuruluşlar veya bağımsız işletmeler olabilir. Doğal gaz işleme fabrikalarından ve rafinerilerden elde edilen LPG, boru hatlarıyla ya da denizyolu, demiryolu ve karayolu tankerleri gibi özel araçlarla

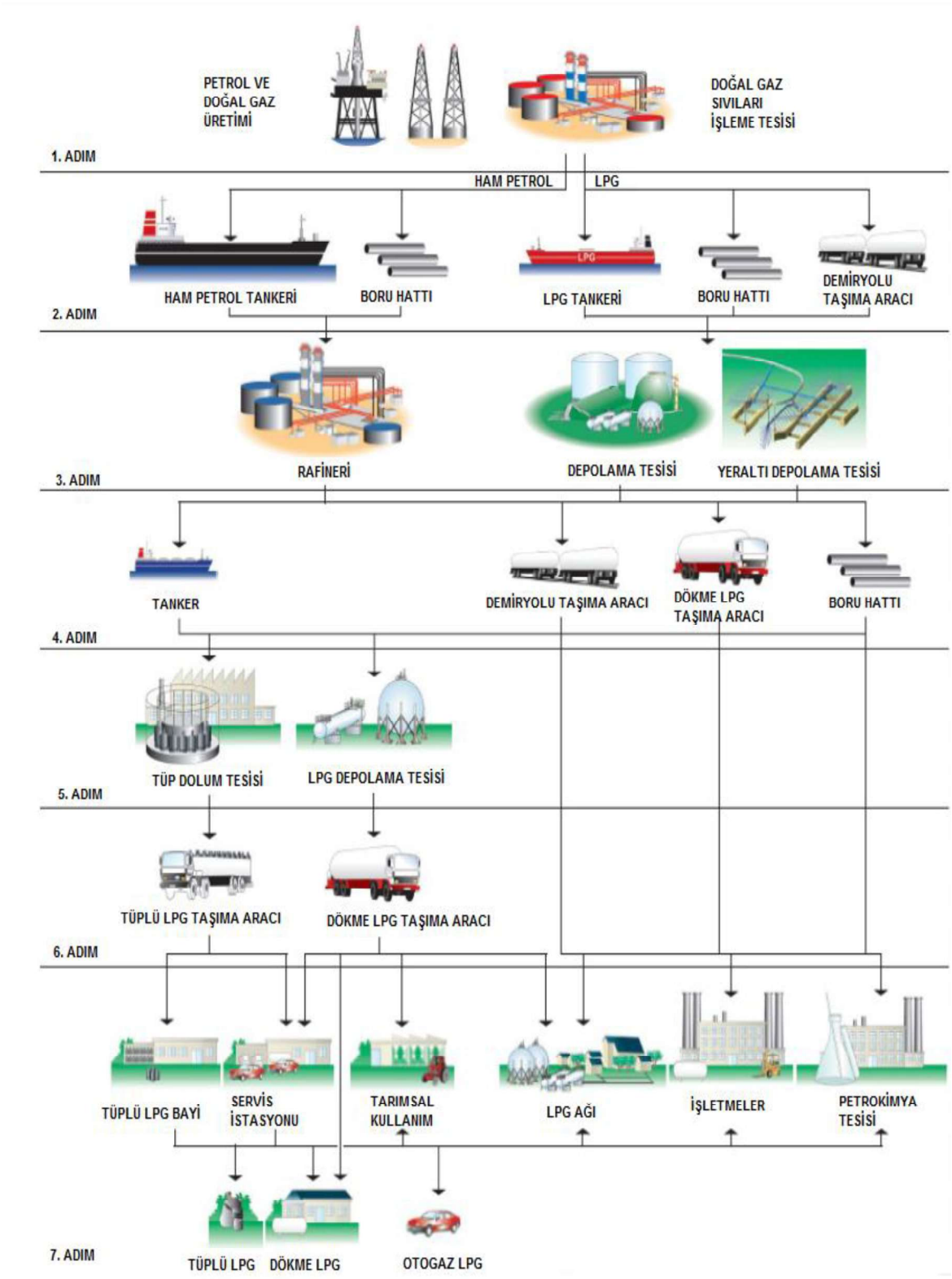
[48] Exceptional Energy in Action, https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=5&cntnt01returnid=17, Erişim: 05.05.2021
[49] Prof. Dr. Bilsen Beşergil, Hampetrolden Petrokimyasallara El Kitabı, İzmir, Haziran 2007, S. 249

üretim noktasından nihai kullanıcıya doğru hareket eder. LPG, tüplü veya dökme olarak taşınabilir. [50]

LPG gaz fazında kullanılabilmesine karşın ortam sıcaklığında ve basınç altında sıvı olarak taşınabilmektedir. Bu özelliği LPG'nin taşınmasında hem kapasite kullanımı hem de maliyet açısından büyük avantaj sağlar. Doğal gaz ve petrolün çıkarılması sırasında elde edilen LPG, LPG tanker gemileri, boru hatları veya trenler ile depolama terminallerine taşınır. Ham petrol ise, işlenmek üzere üretim sahalarından rafinerilere tanker gemiler ve boru hatları ile taşınır. Rafinerilerde ham petrolün rafinajı sırasında elde edilen LPG de yine depolama terminallerine aktarılarak depolanır. Ürün olarak kullanıma hazır hale gelen LPG basınçlı deniz tankerleri, demir yolu taşıma araçları, kara yolu LPG taşıma araçları ya da boru hatları ile tüp dolum tesislerine ve LPG depolama tesislerine aktarılır. Dolum tesislerindeki LPG piknik tüpü, mutfak tüpü ve sanayi tüplerine doldurularak uygun araçlar ile tüplü LPG bayilerine dağıtılır. Depolama tesislerinde bulunan LPG ise, dökme olarak karayolu tankerleri ile tüketicilere ve otogaz olarak bayilere ulaştırılır. LPG, nihai kullanıcılara tüplü veya dökme olarak teslim edilirken, otogaz ikmali ise otogaz istasyonlarında gerçekleştirilir.

LPG tedarik zincirindeki aktörler ağını net bir biçimde gösteren tedarik zinciri haritası Şekil 1.4'te gösterilmektedir.

[50] David Asamoah, Richard Amoakohene ve Ernest Adiwokor, Analysis of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Shortage in Ghana: A Case of the Ashanti Region, International Journal of Business Administration , Vol. 3, No. 5, Eylül, 2012, S. 91



Şekil 1.4: LPG Dağıtım Ağı Şeması[51]

[51] Dünya LPG Birliği, https://www.wlpga.org/about-lpg/production-distribution, Erişim: 05.05.2021

1.6.2. LPG'nin Depolanması

Oda sıcaklığında ve atmosfer basıncında gaz halinde olan LPG, depolanırken sıvılaştırılmak üzere basınçlandırılır. LPG depolama tankları yerüstü ve yer altı olmak üzere iki türlüdür. Şekil 1.5'te de gösterildiği üzere, büyük miktarlardaki LPG küre metal tanklarda ya da yeraltında oluşturulan yapay mağaralarda depolanırken, küçük miktarlar yeraltı veya yer üstüne yerleştirilen silindirik tanklarda depolanır. Yeraltı depolama tekniği, yer üstü tank depolamasına göre daha güvenli olup, verimli arazi kullanımı sağladığından nispeten sınırlı arazi alanına sahip bölgeler açısından da daha faydalıdır.[52]

Şekil 1.5: Küre ve Silindir LPG Tankları[53]

Depolama tankları taşımada ya da evsel, endüstriyel ve LPG'li otomotiv dolumu uygulamaları için kullanılır. Kamyon üzeri karayolu tankerleri dökme gaz müşterilerine ya da otogaz servis istasyonlarına LPG dağıtımı için kullanılan kamyon şasisine monte edilmiş taşıma tanklarıdır. Ev tipi tanklar ısıtma, sıcak su, pişirme gibi evsel uygulamalarda yakıt olarak propan veya karışım LPG tedarik etmek için kullanılan daha ekonomik ve pratik depolama tanklarıdır. Endüstriyel tanklar, tüp dolum tesislerinde ya da büyük ölçekli yakıt ihtiyaçları için kullanılan LPG depolama tanklarıdır. Otogaz tankları ise oto LPG ile çalışan motorlu araçlara ikmal yapan otogaz istasyonlarında kullanılan LPG depolama tanklarıdır.[54]

[52] Korea LPG Association, https://www.klpg.or.kr/_ENG/html/dh/Infom05, Erişim: 06.07.2021
[53] Akın Er, Petrol ve Petrol Ürünlerinin Güvenli Depolanması, 2020, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1088215, Erişim: 06.07.2021
[54] ISISAN, http://www.isisan.com.tr/lpg.aspx, Erişim: 06.07.2021

LPG depolama tankları basınçlı tanklar sınıfına girdiğinden imalat aşamasında denetimi yapılarak sertifikalandırılır. Depolama tankı, boru ve bağlantı parçaları imalatında özel alaşımlı ince taneli basınçlı kap çelikleri kullanılır. LPG tesisatlarında kullanılan borular ise çelik çekme dikişsiz borulardır. Boru ve bağlantı parçalarının birleştirilmesi kaynakla yapılmaktadır. Tüm kaynaklı birleştirmeler imalat standardına göre test edilir. Bu amaçla X-Ray, ultrasonik, penetrant ve manyetik parçacık testleri kullanılır. İmalattan sonra, tüm tanklar hidrostatik basınç testine tabi tutulur. Bu testten sonra, tank aksesuarlarının bağlantıları azot kullanılarak kaçaklara karşı test edilir.[55]

LPG, özel olarak yapılmış tanklarda ve tüplerde, orta basınç altında, sıvı olarak depolanır. 15 ºC sıcaklıkta ve 1 bar atmosfer basınçta, bir depolama tankının veya tüpün içindeki basınç: propan için 6,9, bütan için ise 1,8 bar'dır. Depolama kabının boyutunun içindeki basınç üzerinde etkisi yoktur. Örneğin, 3,9 kg'lık bir propan tüpü ile 12 tonluk bir dökme depolama tankı karşılaştırıldığında, dökme tankı hacimce 3.000 kat daha fazla gaz içermesine rağmen her iki kap da yaklaşık 6,9 bar'lık buhar basıncına sahip olur.[56]

Hava sıcaklığı değişimi, kap içindeki sıvı sıcaklığının ve dolayısıyla da basıncın değişmesine sebep olur. Soğuk havalarda kap içerisindeki basınç daha düşük iken, sıcak havalarda daha yüksektir. LPG'nin temel bileşenlerinden propanın kaynama noktası -42,1°C, bütanın kaynama noktası ise -0,5°C'dir. Bu nedenle, kışın hava sıcaklığının 1°C ve altına düştüğü yerlerde karışım LPG'de sıvılaşma meydana gelmektedir. Bu gibi yerlerde toprak sıcaklığından faydalanmak için yeraltı depolama tankları ya da %100'e yakın oranda propan kullanılır.[57]

LPG içeriğindeki propan, buhar basıncındaki fark sayesinde itici gaz olarak kullanılır. Aynı sıcaklıkta propanın buhar basıncı, bütandan 5-7,5 kat daha fazladır. LPG karışım halinde tanka stoklanmasına karşın denge durumunda yoğunluk farkından dolayı sıvı bütan altta, propan üstte bulunur. Tankın en üstünde ise ortam sıcaklığında bütan ve propan gaz fazında karışım halinde bulunur.[58]

---

[55] ISISAN, http://www.isisan.com.tr/lpg.aspx, Erişim: 06.07.2021

[56] Ian Oultram, Changeover Natural Gas to LPG, LPGTraining, Book 1, 2014, http://www.lpgtraining.co.uk/pdf/sample.pdf, Erişim: 04.07.2021

[57] İbid

[58] Mehmet Kaya, Hakan Ercan, Türkiye' de ve Dünya' da Bir LPG Incelemesi, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, Mart, 2002, S.104

1.7. Dünya ve Türkiye LPG İstatistikleri

1.7.1. Dünya LPG İstatistikleri

LPG sektörü büyümesini 2020 yılına kadar hem üretim hem de tüketim alanında sürdürmüştür. Dengenin her iki tarafında on yıldır devam eden bu büyüme eğilimi, Çin'de ortaya çıkarak dünya geneline yayılan koronavirüs salgını nedeniyle 2020 yılında kesintiye uğramış, küresel çapta yaşanan kısıtlamalardan dolayı üretim ve tüketimde düşüşler yaşanmıştır. Dünya LPG Birliği (WLPGA) Raporuna göre son beş yılda LPG arzı 300 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Dünyada LPG tüketimindeki talebi karşılayan en büyük üretici güç, yaklaşık 88 milyon tona ulaşan LPG üretimiyle ABD'dir. ABD'nin üretimi, kendisini takip eden Çin ve Suudi Arabistan'ın LPG üretiminden neredeyse iki kat daha fazladır. Ayrıca, Çin'in LPG üretiminin neredeyse tamamı yurt içerisinde tüketilmektedir. Tablo 1.3'te LPG üreticisi ilk on ülke ve dünya geneli toplam üretimin yıllara göre miktarları verilmiştir.[59]

Tablo 1.3: LPG Üreticisi İlk 10 Ülke ('000t)[60]

	ÜLKE	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	ABD	64.586	65.652	67.332	76.516	84.580	87.442
2	ÇİN	28.886	34.804	36.709	38.719	40.615	44.286
3	SUUDİ ARABİSTAN	26.445	30.324	30.393	28.891	27.687	26.420
4	RUSYA	15.844	16.555	16.660	16.690	17.030	16.280
5	KANADA	10.220	11.399	12.938	14.030	15.124	14.618
6	HİNDİSTAN	11.072	12.094	12.286	13.109	12.768	12.231
7	BİRLEŞİK ARAP EMİRLİKLERİ	10.869	10.466	10.548	10.925	12.123	11.553
8	KATAR	11.203	10.159	9.959	10.669	10.807	10.711
9	CEZAYİR	9.005	9.207	8.915	8.972	8.443	7.996
10	İRAN	8.024	9.409	9.244	7.734	8.062	7.808
TOPLAM (Dünya Geneli)		**289.321**	**304.521**	**306.448**	**318.957**	**333.928**	**329.389**

[59] WLPGA, Statistical Review of Global LPG 2021, Kasım, 2021, S.5
[60] İbid, S.5

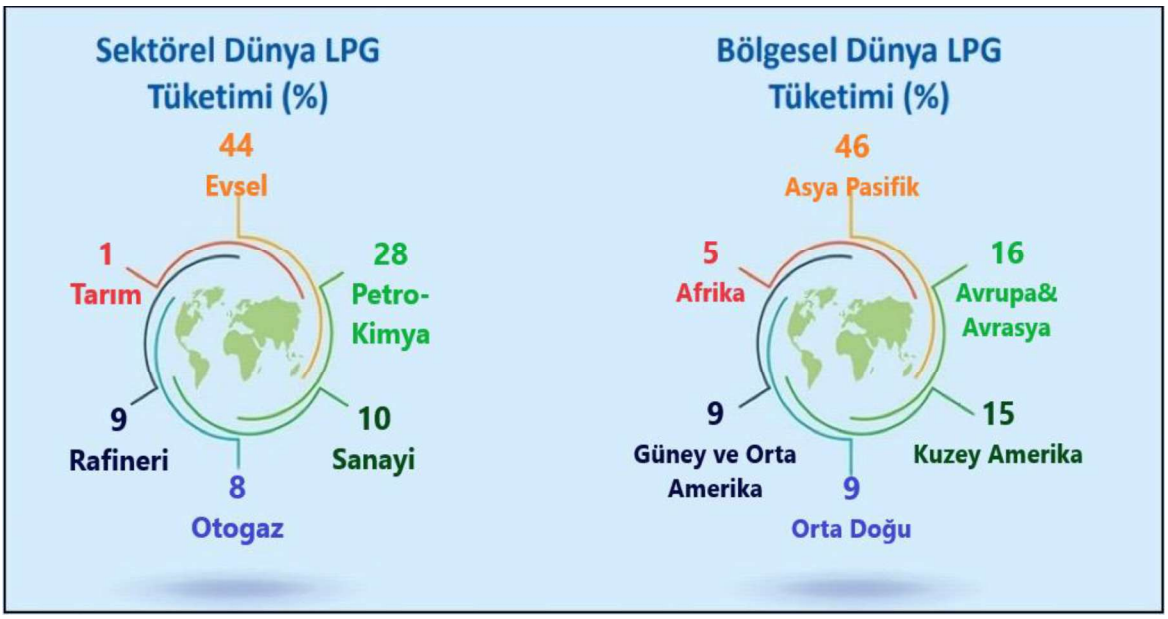
2016 yılından itibaren 300 milyon ton üzerinde gerçekleşen küresel LPG tüketimi, 2020 yılında bir önceki yıla oranla %2,5'lik azalış göstererek 317 milyon ton olmuştur. Asya ülkeleri LPG tüketiminde ilk sıralarda yer almaktadır. Çin petrokimya hammaddesi, konut ısıtma ve yemek pişirme sektörlerinde başlıca enerji kaynağı olarak kullandığı LPG talebiyle, dünya çapındaki LPG tüketiminde birinci sırada yer almaktadır. Çin'i, ABD ve Hindistan takip etmektedir. Tablo 1.4'te LPG tüketicisi ilk on ülke ve dünya geneli toplam tüketimin yıllara göre miktarları verilmiştir.[61]

Tablo 1.4: LPG Tüketicisi İlk 10 Ülke ('000t)[62]

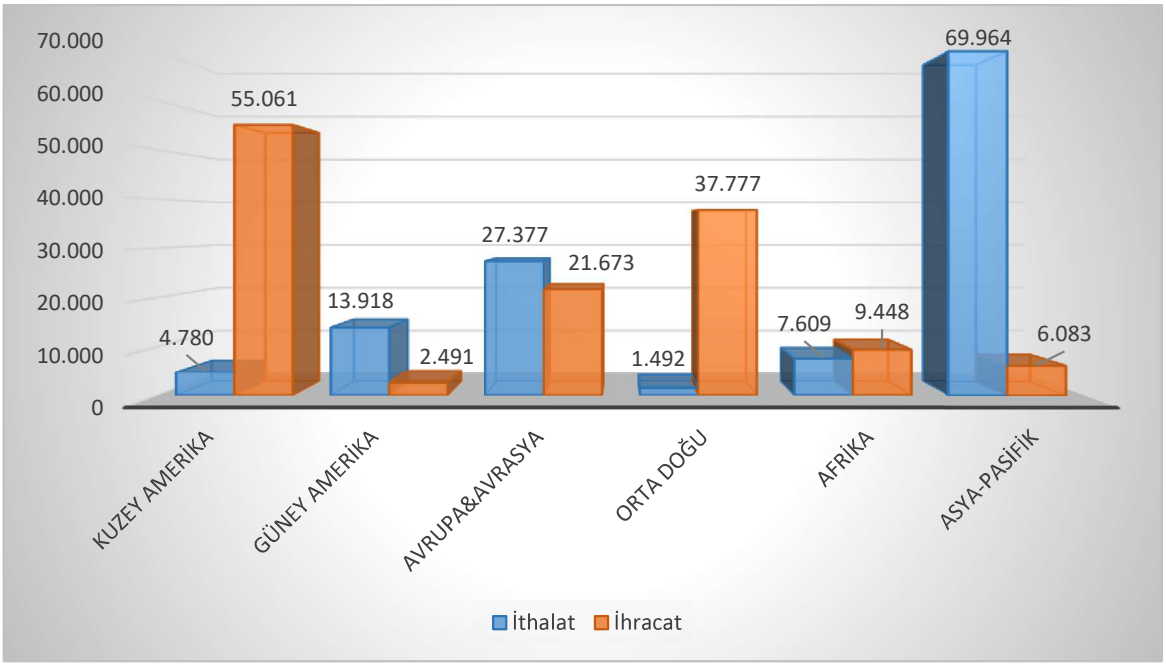
	ÜLKE	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	ÇİN	39.312	48.411	52.316	56.115	59.729	62.939
2	ABD	42.035	41.493	43.256	46.223	47.250	43.649
3	HİNDİSTAN	19.780	22.041	23.762	24.642	27.046	28.309
4	SUUDİ ARABİSTAN	19.644	21.810	18.583	19.622	19.585	19.567
5	JAPONYA	16.450	16.046	15.576	15.934	15.836	14.269
6	RUSYA	9.657	10.175	10.290	10.255	11.015	11.820
7	GÜNEY KORE	7.794	9.386	8.986	9.381	10.361	10.334
8	MEKSİKA	8.800	8.947	8.976	8.753	9.010	9.100
9	ENDONEZYA	6.400	6.667	7.192	7.564	7.825	8.230
10	BREZİLYA	7.308	7.400	7.390	7.300	7.539	7.688
TOPLAM (Dünya Geneli)		**279.455**	**298.871**	**301.805**	**314.678**	**325.142**	**316.884**

Dünya çapında LPG tüketiminin en fazla olduğu alan evsel kullanımdır. Öyle ki bu alandaki tüketim, toplam talebin %44'ünü oluşturmaktadır. Özellikle Asya-Pasifik bölgesinde ve merkezi sistemin bulunmadığı kırsal bölgelerde ısınma ve pişirme gibi temel enerji ihtiyaçları için LPG birincil kaynak konumundadır. Son yıllarda gelişen petrokimya sektörü ise LPG talebindeki en büyük büyümenin gerçekleştiği alandır. 2020 yılı LPG talebinin sektörel dağılımı ve bölgesel tüketime ilişkin yüzdeler Şekil 1.6'da gösterilmiştir.[63]

[61] Statistical Review of Global LPG 2021, S.5
[62] İbid, S.5
[63] İbid, S.6



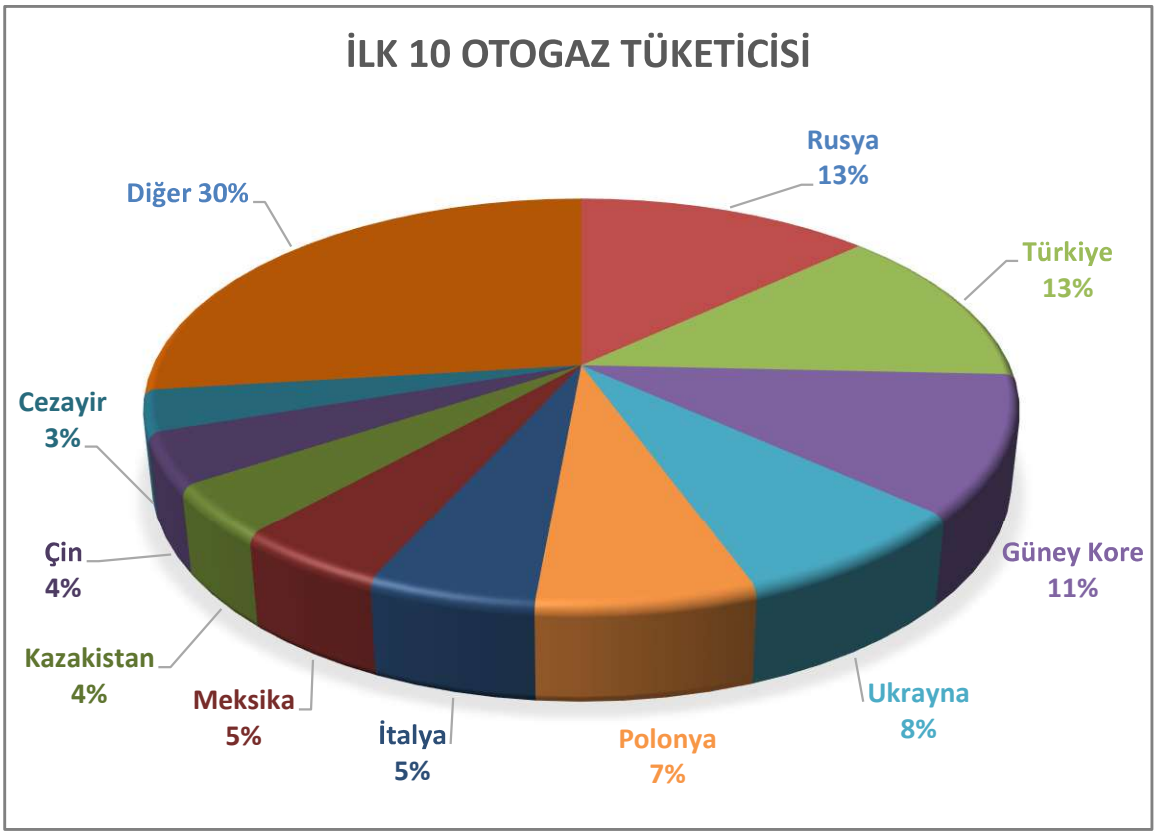
Şekil 1.6: Dünya'da LPG Kullanımının Sektörel Dağılımı ve Bölgesel Tüketimi (%)[64]



Şekil 1.7: Bölgesel LPG İthalat ve İhracatı, 2020 ('000t)[65]

Şekil 1.7'deki grafikte görüldüğü üzere LPG ihracatında en büyük paya sahip bölgeler sırasıyla Amerika ve Orta Doğu'dur. En fazla LPG ithalatı ise ABD ve Orta Doğu'dan gelen bu güçlü üretim akışı için önemli bir pazar konumunda olan Asya-Pasifik bölgesinde yapılmaktadır.

[64] Statistical Review of Global LPG 2021
[65] Statistical Review of Global LPG 2021, S.29



Şekil 1.8: Otogaz Tüketiminin Ülkelere Göre Dağılımı, 2020 (%)[66]

Küresel otogaz sektörü yaygın olarak kullanılmaya başladığı dönemden bu yana hacmini artırarak büyüme eğilimi göstermiştir. Özellikle Avrupa ülkelerinde temiz ve ekonomik yakıt olması nedeniyle araçlarda otogaz kullanımının yaygınlaştırılması teşvik edilmektedir. Şekil 1.8'e bakıldığında, 2020 yılında önemli bir büyüme gösteren Rusya, Türkiye ve Güney Kore pazarlarının otogaz tüketiminde ilk üçte yer aldığı görülmektedir.

1.7.2. Türkiye LPG İstatistikleri

WLPGA'nın son yayınladığı verilerine göre 2020 yılı itibariyle Türkiye, 4 milyon ton LPG tüketimi ile Dünya'da 13'üncü, Avrupa'da ise Rusya'dan sonra 2'nci sırada yer almaktadır. Bu tüketimin %79'unu otogaz, %19'unu tüplü, kalan %2'sini ise dökme LPG oluşturmaktadır. 2018 ve 2019 yıllarında otogaz tüketiminde 1'inci sırada yer alan Türkiye, Şekil 1.9'dan da anlaşılacağı üzere 2020 yılında 3,065 milyon ton tüketimi ile Rusya'dan sonra Dünya'nın en büyük 2'nci otogaz pazarı olmuştur.[67]

[66] Statistical Review of Global LPG 2021, S.28
[67] İbid

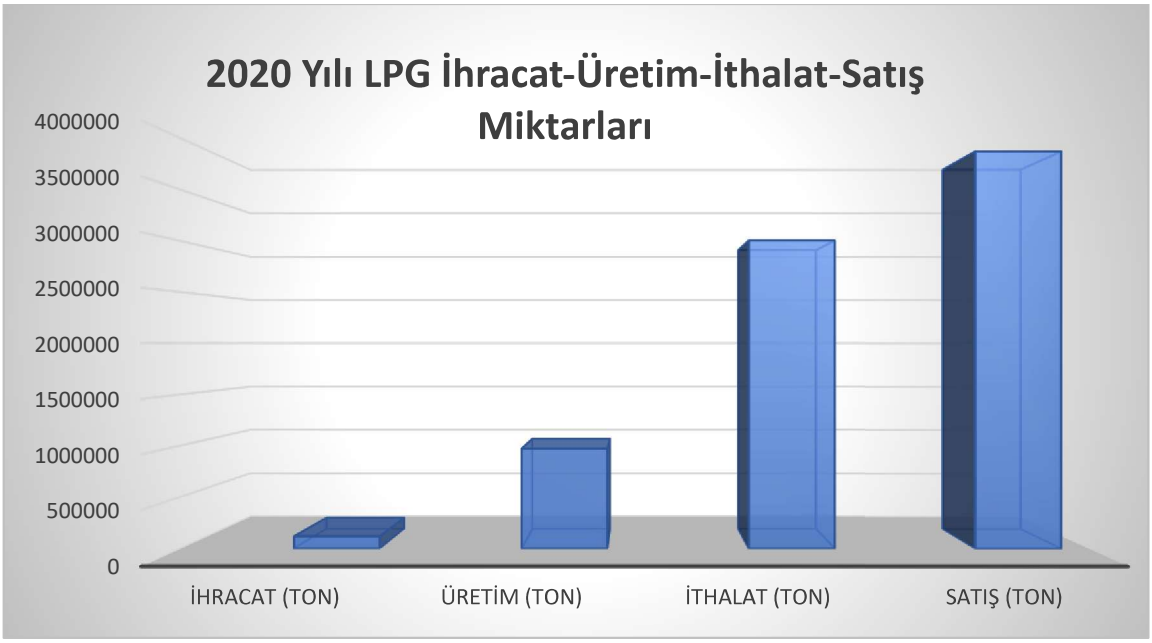
Şekil 1.9: Türkiye'nin Avrupa ve Dünya LPG Pazarındaki Yeri[68]

Türkiye LPG sektörü mevcut altyapısı, olgunlaşmış pazar dinamikleri, rekabetçi markaları ve müşteri odaklı yaklaşımlarıyla dünyanın önde gelen LPG pazarlarından biri haline gelmiştir. Gelişmiş LPG pazarında mevcut durumda 90 adet dağıtım şirketi bulunmaktadır. Otogazda ilk 8 ve tüplü gazda ilk 3 oyuncu toplam pazarın %80'den fazlasına sahiptir.

Türkiye'de trafiğe kayıtlı LPG'li araç sayısı 4,7 milyona ulaşırken, otogaz bayi sayısı 10 binin üzerindedir. Bu bakımdan Türkiye otogaz istasyon sayısı ve otogaz kullanılan araç sayısı bakımından Dünya'da 1'inci sırada yer almaktadır.[69] Türkiye'de otogaz pazarının bu kadar gelişmesinde otogazın benzine göre ortalamada %30 daha ekonomik olması, ulusal ve yerel oyuncuların yoğun fiyat rekabeti ve araç garantisinin sürdüğü gelişmiş otogaz dönüşüm sistemleri etkili olmuştur. Diğer alternatif yakıtların yüksek yatırım maliyetlerine kıyasla LPG'nin otogaz olarak kullanımı yeni ve büyük yatırımlar gerektirmemektedir. Ayrıca mevcut yakıt ve araç teknolojilerine uyum sağlaması, geleneksel yakıtlardan alternatif yakıta geçişi kolaylaştırması ve sistemsel maliyetleri optimize ederek tüketicilere cazip olanaklar sunması nedeniyle LPG dağıtım şirketlerinin yanı sıra araç ve dönüşüm kiti üreticileri tarafından sektörün gelişimi için sürekli yatırım yapılmaktadır.

[68] Statistical Review of Global LPG 2021
[69] Statistical Review of Global LPG 2021, S.28

Türkiye, önemli ölçüdeki LPG tüketimine karşılık kaynak bakımından büyük ölçüde dışarıya bağımlıdır. 2020 yılı piyasa verilerini içeren Şekil 1.10'da görüldüğü üzere Türkiye LPG tüketiminin sadece dörtte biri yurtiçi üretimden karşılanabilmektedir. Kalan kısım ise ithalat yoluyla tedarik edilmektedir.



Şekil 1.10: 2020 Yılı LPG İthalat-İhracat-Üretim-Satış Miktarları[70]

2020 yılında gerçekleştirilen yaklaşık 1 milyon tonluk LPG üretiminin yarıya yakını Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde gerçekleştirilirken %24'ü Star Rafinerisi'nde (İzmir), %22'si Tüpraş İzmir Rafinerisi'nde ve %9'u ise Tüpraş Kırıkkale Rafinerisi'nde gerçekleştirilmiştir.[71]

Aynı yıl yurtiçi talebi karşılayabilmek için 17 farklı ülkeden/bölgeden LPG ithalatı yapılmış olup en çok ithalat yapılan ilk 5 ülke sırasıyla ABD, Cezayir, Kazakistan, Norveç ve Yunanistan olmuştur. 16 farklı ülkeye/bölgeye ise LPG ihracatı gerçekleştirilmiştir. En çok ihracat yapılan ilk 5 ülke ise sırasıyla Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Lübnan, İsviçre, Tunus ve Birleşik Arap Emirlikleri olmuştur.[72]

[70] EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (Lpg) Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu, Ankara, 2021
[71] İbid, S.1
[72] İbid

İKİNCİ BÖLÜM

2. TÜRKİYE LPG PİYASASI

Bu bölümde, Türkiye LPG piyasa yapısının genel özellikleri, piyasada yürütülen faaliyetler ve bu faaliyetlerin izlenmesi hakkında bilgiler verilecektir.

2.1. LPG Piyasasına İlişkin Tanımlar

5307 sayılı "*Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanunu'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*" (5307 sayılı LPG Piyasası Kanunu)'da yer alan, LPG piyasasıyla ilişkili bazı kavramlar aşağıda belirtilmiştir.[73]

"*Lisans:* *Kanuna göre gerçek ve tüzel kişilere (tüplü LPG bayileri hariç) piyasada faaliyet gösterebilmeleri için Kurul (EPDK) tarafından izin verildiğini gösterir belgedir.*

Dağıtım: *LPG'nin, tüplü ve otogaz olarak kullanıcılara ve bayilere; dökme olarak kullanıcılara satış ve ikmal faaliyetlerinin bütünüdür.*

Dağıtıcı*: LPG dağıtım yetkisi olan ve lisanslarına işlenmesi halinde depolama, dolum, taşıma işlemleri yapabilen sermaye şirketidir.*

Depolama: *LPG dağıtıcılarının veya kullanıcılarının stok ihtiyaçlarını karşılamak üzere kendilerine ait veya yapılan sözleşmeler gereği kullanım hakkına sahip bulundukları ve LPG'nin teknik düzenlemelere uygun olarak depolanmasını sağlayan tesisler ile buralarda yürütülen iş ve işlemlerdir.*

Dolum Tesisi: *Dağıtıcının veya sözleşme ile bir diğer dağıtıcının tescilli markası ve amblemini taşıyan ve teknik düzenlemelere uygun tüplere, otogaz ve dökme LPG'nin taşıma araçlarına doldurulduğu, boşaltıldığı, depolandığı ve teknik düzenlemelere göre kurulan ve çalışan bir dağıtıcıya ait tesistir.*

[73] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754

Taşıyıcı: *LPG'nin teknik düzenlemelere uygun taşıma araçları ve boru hatları ile yapılan tüm nakil faaliyetlerini yapan gerçek ve tüzel kişilerdir.*

Bayilik: *Karşılıklı yükümlülüklerin ekinde fizibilite (yapılacak yatırımların analizini içeren rapor) olan bir sözleşmeye bağlanarak, LPG dağıtıcıları tarafından gerçek ve tüzel kişilere, LPG'nin kullanıcılara ikmali yetkisi verilmesi işlemidir.*

Otogaz istasyonu: *Dağıtıcı veya bunlarla tek elden satış sözleşmesi yapmış bayilerce ilgili mevzuata uygun (teknik, kalite ve güvenlik) olarak kurulup, dağıtıcının tescilli markası ve amblemi altında faaliyette bulunan ve esas itibarıyla motorlu araçların otogaz LPG, madeni yağ, temizlik ve ihtiyarî olarak bakım ile kullanıcıların, tüplü LPG hariç, diğer asgarî ihtiyaçlarını karşılayacak imkânları sunan akaryakıt istasyonu içinde veya müstakil olarak hizmet veren tesislerdir.*

Otogaz LPG faaliyeti: *Yakıt olarak kullanılmak üzere akaryakıt ve otogaz istasyonlarında araçlara LPG ikmali işlemidir.*

Otogaz bayii: *Otogaz istasyonu işleten gerçek veya tüzel kişidir.*

Tüplü LPG faaliyeti: *Sıvılaştırılmış Petrol Gazının dolum tesislerinde tüplere doldurularak mutfak, sanayi ve ticari tüpleri vasıtasıyla piyasaya arz işlemidir.*

Tüplü LPG bayii: *Sadece sözleşmeli olduğu dağıtıcının tescilli markası ve amblemini taşıyan teknik düzenlemelere uygun LPG tüplerini işyerinde bulunduran ve pazarlayan gerçek veya tüzel kişidir.*

İhtisas Gümrüğü*: Yurt dışından ithal edilen LPG'nin, teknik düzenlemelere uygunluğunu denetleyebilecek ve miktar ölçümlerini yapabilecek laboratuvara ve donanıma sahip LPG konusunda uzmanlaşmış gümrük birimidir.*

Teknik düzenleme: *LPG'nin niteliği ile LPG faaliyetlerinde kullanılan mekân, aksam ve hareketlerin tanımlanmasında TSE standartları ve diğer mevzuatla getirilen düzenlemeleri ifade eder."*

2.2. LPG Piyasa Yapısı

Türkiye'de LPG sektörünün gelişmeye başladığı 60'lı yıllarda piyasada, faaliyet gösteren şirketlerin oluşturdukları serbest bir piyasa yapısı mevcut iken; 1970-1998 yılları arasında piyasada faaliyet izni verme ve fiyat düzenleme işlemleri Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür. 1998-2005 yılları arasında ABD dolarına endeksli bir fiyatlandırma sistemi kullanılmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren 5307 sayılı LPG Piyasası Kanunu ile, tedarikten nihai tüketiciye kadar tüm LPG piyasası faaliyetlerinin çerçevesi çizilmiş ve LPG piyasasında düzenleme yapma, lisans verme, piyasa izleme ve denetim faaliyetlerini yürütme görevi bağımsız düzenleyici Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'na (EPDK) verilmiştir.[74]

Türkiye'deki LPG piyasasında oligopol bir yapı mevcuttur. EPDK, LPG piyasası için bağımsız düzenleyici kurumdur ve temel sorumluluğu rekabetçi, istikrarlı, mali açıdan güçlü ve şeffaf bir piyasa oluşturmaktır.

2.2.1. 5307 Sayılı LPG Piyasası Kanunu

5307 sayılı LPG Piyasası Kanunu'nun amacı, yurt içi ve yurt dışından temin edilen LPG'nin rekabetçi bir ortamda güvenilir ve uygun maliyetli bir şekilde tüketicilere ulaştırılmasına ilişkin piyasa faaliyetlerinin şeffaf, ayrım gözetmeyen ve istikrarlı bir şekilde yürütülmesini sağlamak için düzenleme, yönlendirme, gözetim ve denetim faaliyetlerinin sağlanmasıdır.[75]

LPG Piyasası Kanunu, LPG piyasası faaliyetlerini LPG'nin ithalatı, ihracatı, depolanması, taşınması, dağıtımı ve bayiliği olarak tanımlamaktadır. Bu kanuna göre, LPG'nin dağıtımı, taşınması, depolanması, otogaz bayilik faaliyetleri, LPG tüplerinin imalatı, dolumu, muayenesi, bakımı ve onarımı için EPDK'dan lisans alınması zorunludur. Piyasa faaliyetleri ve faaliyetlerin yürütüldüğü her bir tesis için ayrı ayrı lisans alınır.[76]

---

[74] EPDK, LPG'nin farklı kullanım alanlarının incelenmesi, S.14

[75] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754

[76] E. Camadan, The Competition Level in the Turkish LPG Market, Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy, 2013, 8:2, S:156, https://doi.org/10.1080/15567240903330400, Erişim: 15.08.2021

Piyasa faaliyetinde bulunacak olan gerçek veya tüzel kişiler, ilgili kamu kurum ve kuruluşlarınca verilen, LPG tesislerinin kurulmasında ve işletilmesinde imar, toplum, çevre, iş sağlığı, güvenlik, teknik düzenleme ve benzeri konularda bir sakınca bulunmadığını gösterir ruhsat, izin ve belgeleri tamamladıktan sonra EPDK'ya lisans başvurusunda bulunurlar. Lisans taleplerine ilişkin değerlendirmeler en geç altmış gün içerisinde karara bağlanarak kabul veya ret edilme durumu ilgiliye tebliğ edilir. Lisansların verilmesinde teknolojik yeterlilik, kalite, güvenlik, hizmet ve teşebbüsün sürdürülebilirliği gibi ölçüler dikkate alınır. Lisansların verilmesinin yanı sıra güncellenmesi, süre uzatımı, geçici olarak durdurulması veya iptaline ilişkin işlemler de yine Kurumca yapılır. [77]

2.3. LPG Piyasası Faaliyetleri

2.3.1. Lisans ve Lisansa Tabi Faaliyetler

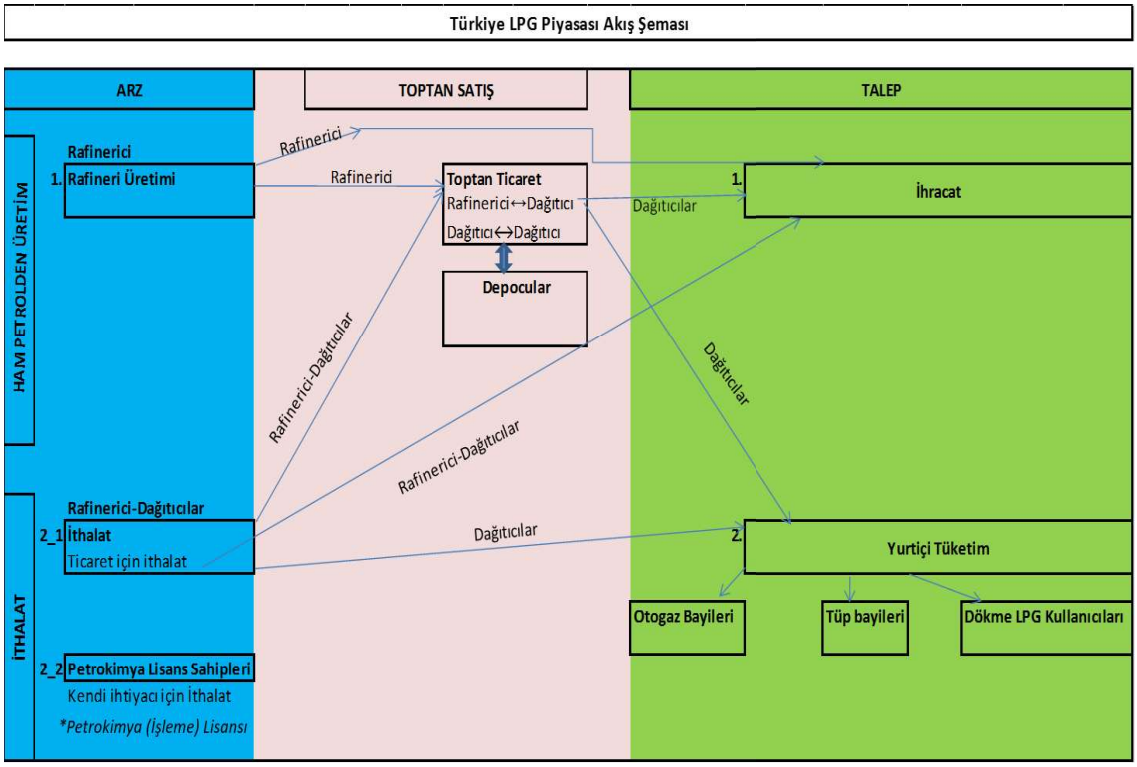
Lisanslar, üzerinde kayıtlı faaliyeti yapmak üzere hak sahibi kılınan gerçek veya tüzel kişi adına verilir. 2021 yılı aralık sonu itibari ile açıklanan EPDK verilerine göre; LPG piyasasında faaliyet gösteren,

- 90 adet LPG Dağıtıcı Lisansı,
- 98 adet LPG Depolama Lisansı,
- 59 adet LPG Taşıma Lisansı,
- 11.001 adet LPG Otogaz Bayilik Lisansı,
- 7 adet LPG Tüpü İmalatı Lisansı,
- 61 adet LPG Tüpü Muayene Tamiri ve Bakımı Lisansı sahibi bulunmaktadır. [78]

Tüplü LPG bayiliği faaliyeti lisansa tabi değildir. Dolum tesislerinde dağıtıcının tescilli markası ve amblemini taşıyan teknik düzenlemelere uygun tüplere doldurulan LPG, yurt çapına yayılmış yaklaşık 11 bin tüplü bayi tarafından tüketicilere arz edilir. Piyasada 50 milyonu aşkın LPG tüpü bulunmaktadır.[79]

[77] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754
[78] EPDK, Türkiye Geneli LPG Piyasası Lisansı İstatistikleri, www.epdk.gov.tr, Erişim: 31.12.2021
[79] EPDK

Türkiye LPG piyasasında arz talep dengesine göre LPG'nin üretimi ya da ithalatından, nihai tüketiciye ulaşımına kadarki akışı Şekil 2.1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 2.1: Türkiye LPG Piyasası Akış Şeması[80]

Yurt içindeki rafinerilerde üretim yoluyla ya da yurt dışından ithalat yoluyla temin edilen LPG, rafinericiler ve dağıtıcılar tarafından piyasaya arz edilmektedir. Yurt dışından LPG ithalatı sadece LPG Dağıtıcı Lisansı sahipleri, Rafinerici Lisansı Sahipleri ve piyasa faaliyetlerine konu edilmemek üzere petrokimya üretimi yapan işletme sahipleri tarafından yapılmaktadır. 10'dan fazla ülkeden deniz tankerleriyle LPG ithal edilmektedir. Yurt dışından ithal edilecek LPG'nin, ihtisas gümrüklerinde teknik düzenlemelere uygunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Piyasaya arz edilecek LPG'nin sırasıyla TS, EN veya ISO standartlarına uygun olması zorunludur. Toptan LPG ticareti rafineri, dağıtıcı ve depocular arasında çift taraflı olarak yapılabilmektedir. Ancak LPG'nin yurtiçi tüketime arzı, yalnızca dağıtıcılar tarafından gerçekleştirilir.

[80] EPDK, LPG Tüketicisinin El Kitabı, Ankara, 2018, S.52

2.3.1.1. Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri

Dağıtıcı lisansı sahibi şirketler, kendi mülkiyetlerindeki otogaz istasyonlarına veya anlaşma yaptıkları istasyonlara LPG dağıtımı yapabilir, son kullanıcılara dökme LPG satışı yapabilir, tüplü LPG dağıtabilir ve satabilirler. Ayrıca lisanslarına işlenmesi halinde LPG'yi taşıyabilir, doldurabilir ve depolayabilirler. Ancak, otogaz LPG bayileri sadece bir dağıtıcı ile sözleşme yapmakla yükümlü olduğundan dağıtıcılar, diğer dağıtıcıların bayilerine LPG dağıtamazlar.[81]

Bir dağıtım şirketinin iç pazar payı, toplam iç pazarın %45'ini aşamaz. Dağıtıcı lisansı sahiplerinin teknik düzenlemelere uygun depolama tesisine sahip olması zorunludur. Tüplü LPG faaliyetinde bulunmak isteyen dağıtıcıların, en az bir dolum istasyonu da işletmesi gerekmektedir.[82]

Dağıtıcılar, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu kapsamında ulusal petrol stok yükümlülüğünü yerine getirmekle mükelleftir. Bu kapsamda, dağıtıcılar depolarında günlük ortalama tedariklerinden en az 20 kat daha fazla LPG bulundurmalıdır. Ancak stok hesaplamasına esas alınan dönemde yurt içi pazar payı %2'nin altında olan LPG Piyasası Dağıtıcı Lisansı sahipleri, ulusal petrol stoku tutmakla yükümlü değildir.[83]

2.3.1.2. Depolama Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri

LPG Depolama Lisansı sahipleri, kendilerine ait veya yapılan sözleşmeler gereği kullanım hakkına sahip bulundukları ve teknik düzenlemelere, standartlara, ilgili ve diğer mevzuata uygun depoları işletmekle yükümlüdür. Bu depolarda, gerek LPG dağıtıcılarının veya kullanıcılarının işletme stokunun karşılanması gerekse ulusal stok yükümlülüğü kapsamında ihtiyaç duyulan LPG'nin depolanması kapsamında depolama faaliyetlerini yürütürler.[84]

---

[81] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754
[82] İbid
[83] İbid
[84] EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliği, RG. 16/9/2005, S. 25938

2.3.1.3. Taşıma Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri

LPG Taşıma Lisansı sahipleri piyasada, LPG'nin Türkiye sınırları veya Türk karasuları içerisinde teknik düzenlemelere, standartlara, ilgili ve diğer mevzuata uygun taşıma araçları ve boru hatları ile nakledilmesi faaliyetini yürütürler. Piyasada taşıma faaliyetleri karayolu, demiryolu, denizyolu ve boru hatları ile yapılmaktadır.[85]

LPG'nin demiryolu, denizyolu ve boru hatları ile taşıması faaliyetleri lisansa tabi iken, karayolu ile LPG taşıma faaliyeti lisansa tabi değildir. Karayolu ile LPG taşıma faaliyeti, Karayolu Taşıma Yönetmeliği kapsamında durumuna uygun yetki belgesine sahip olan kişiler tarafından yürütülür. LPG taşımasında kullanılan karayolu taşıma araçları, 27.05.2014 tarihli ve 29012 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği kapsamında Kurum'a bildirilir.[86]

2.3.1.4. Otogaz Bayilik Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri

LPG Otogaz Bayilik Lisansı sahipleri, dağıtıcılar ile yaptıkları tek elden satış sözleşmesine göre bayilik faaliyetlerini yürütürler. Bu kapsamda, otogaz bayileri sadece sözleşme yaptıkları dağıtıcıdan temin ettikleri LPG'yi satmak ve LPG ile çalışan araçlara otogaz ikmali yapmakla yükümlü olup, diğer dağıtıcılardan LPG temin edemezler. Otogaz bayileri arasında yeniden satış amacı ile LPG satışı yapılması mümkün değildir. Ayrıca otogaz istasyonlarında dökme LPG satışı, LPG tüpü dolumu ve satışı yapılamaz.[87]

Akaryakıt ve LPG istasyonları arasında asgari mesafe kısıtlaması uygulanmaktadır. Buna göre, şehirlerarası trafiğe açık yollarda aynı istikamette iki akaryakıt ve otogaz istasyonu arasında en az on kilometre, şehir içi yollarda ise en az bir kilometre mesafe bulunması gerekmektedir.[88] Otogaz istasyonlarının, depolama tanklarının, dispanserlerinin yerleşim yerlerine ve tehlike arz eden tesislere olan mesafelerinin teknik düzenlemelere uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Ayrıca, otogaz istasyonlarında sorumlu müdür çalıştırılması zorunludur.

---

[85] EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliği, RG. 16/9/2005, S. 25938

[86] EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, RG. 19.10.2017 S. 30215

[87] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754

[88] EPDK, Kurul Kararı, Karar No: 6664, Karar Tarihi: 15/12/2016

2.3.1.5. LPG Tüpü İmalatı Lisansı Sahiplerinin Faaliyetleri

LPG Tüpü İmalatı Lisansı sahipleri, sıvılaştırılmış gazın piyasaya sunulabilmesi için doldurulacağı, kullanım alanına göre çeşitli boyutlarda üretilen taşınabilir tüplerin teknik düzenlemelere uygun olarak imalatını gerçekleştirirler. Ayrıca, lisanslarına işlenmesi koşuluyla tekrar lisans almalarına gerek olmadan tüpün muayenesi, bakımı ve tamiri işlemlerini de yapabilirler.[89]

2.3.2. Ulusal Petrol Stoku Uygulaması ve Zorunlu Petrol Stoğu Kapsamında Kupon Sistemi

2.3.2.1. Ulusal Petrol Stoku

Enerji arz güvenliği ve enerji kaynaklarının sürekliliği, ülkelerin kamu düzenleri ve makroekonomik dengeleri açısından hayati önem taşımaktadır. Petrol ürünleri de başlıca vergi gelir kaynaklarından biridir ve petrol ürünlerindeki değişimlerin döviz fiyatları, enflasyon oranları, istihdam, büyüme, cari açık gibi temel göstergeler üzerinde etkileri büyüktür. Ham petrol fiyatlarında meydana gelen artışlar, petrol ithal eden ülkelerde enflasyonist etki yaratmaktadır. Bu nedenle, petrol fiyatlarındaki değişimler ve bunun makro ekonomik dengeler üzerindeki etkileri ekonomi için büyük önem arz etmektedir.[90]

Enerji krizlerine karşı hazırlıklı olunması, kriz anlarında enerjiye güvenli bir şekilde ulaşılması ve kriz nedeniyle ülkenin ekonomik kamu düzeninin daha da bozulmasının önlenmesi için, stok bulundurmak bir gereklilik haline gelmiştir. Bu doğrultuda, petrol piyasasında faaliyet gösteren aktörlere, Avrupa Birliği ve tüm dünya genelinde ortaya çıkan enerji arz güvenliği ve petrol krizlerinin ekonomik kamu düzeni üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri en aza indirme ihtiyacı çerçevesinde zorunlu olarak petrol stoku tutma yükümlülüğü getirilmiştir.[91]

Ülkemizde, stok tutma yükümlülüğü ve bu yükümlülüğün uygulanma şekli 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nun "Petrol Stokları" başlığını taşıyan 16. maddesinde

[89] EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliği, RG. 16/9/2005, S. 25938
[90] Mustafa Yaşar Demircioğlu, Petrol Ürünleri Piyasasında Devlet Kontrolü Ve İdari Müdahaleler, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya 2012, S.214
[91] İbid

düzenleme altına alınmıştır. LPG piyasasında faaliyet gösteren dağıtıcı lisansı sahipleri de bu Kanun maddesi kapsamında ulusal stok tutmakla yükümlüdür.

Ulusal stok uygulamasının amacı, "*piyasada sürekliliğin sağlanması, kriz veya olağanüstü hallerde risklerin önlenmesi ve uluslararası anlaşmalar gereği olağanüstü hal petrol stokları ile ilgili yükümlülüklerin yerine getirilmesi*" dir. Bu amaç doğrultusunda, petrol stoku her an mevcut ve erişilebilir olmalı, stoklanacak ürünler üzerinde hiçbir kısıtlama veya engellemenin bulunmaması gerekmektedir.[92]

Ulusal petrol stoku, zorunlu ve tamamlayıcı petrol stoklarının toplamından oluşup, ülke genelinde bir önceki yıl günlük ortalama kullanımın içindeki net ithalatın en az doksan günlük miktarını ifade eder.[93]

5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nun aynı maddesi ile rafineri, akaryakıt ve LPG dağıtıcı lisansı sahiplerinin bulundurmakla yükümlü oldukları stokların denetlemesi, ürün cinsi ve ürünlerin birbirine tahvil edilmesinde düzenleme yapılması, lisans sahiplerinin tutmakla yükümlü oldukları stokların hizmet alımı karşılığı diğer lisans sahiplerince tutulabilmesine ilişkin düzenlemeler yapılması ve gelir payı ödemelerinin izlenmesi hususlarında Kurum (EPDK) yetkilendirilirken; ulusal petrol stokunun esas gün sayısı, temin süresi, cinsi, miktarı ve stoklama yeri gibi teknik hususların belirlenmesinde Ulusal Petrol Stok Komisyonu yetkili kılınmıştır.[94]

Ulusal Petrol Stok Komisyonu'nun 2017/1 sayılı Kararı ile oluşturulan metodoloji doğrultusunda, n yılı için 90 günlük net ithalat miktarına karşılık gelen ulusal stok aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır;[95]

$$\text{90 günlük net ithalat} = \{[\text{Yurtiçi tüketim}_{(n-1)} - (\text{yıl sonu stok}_{(n-1)} - \text{yıl başı stok}_{(n-1)})] - [\text{yerli ham petrol üretimi}_{(n-1)} - \text{yerli ham petrol ihracatı}_{(n-1)}]\} * 90/365$$

[92] 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu, Madde 16, RG. 20/12/2003, S. 25322
[93] İbid
[94] İbid
[95] Ulusal Petrol Stok Komisyonu Kararı, 21/04/2017 , S. 2017/1

Lisans sahiplerinin tutması gereken (zorunlu) petrol stoku; rafinerici, akaryakıt ve LPG dağıtıcıların ikmal ettiği günlük ortalama ürün miktarının en az yirmi katını ifade etmektedir. Bu stok, yükümlülüğü bulunan lisans sahipleri tarafından, lisansları altındaki kendi depolarında ya da lisanslı başka depolarda topluca veya statülerine göre ayrı ayrı tutulmaktadır. Akaryakıt ve LPG dağıtıcı lisansı sahiplerinin, toplam stokunun (tank dibi, boru hattı gibi teknik olarak kullanılması mümkün olmayan petrol stokları hariç) yirmi günlük kısmı minimum işletme stoku olarak alınarak ulusal petrol stokundan sayılır.[96]

Tamamlayıcı petrol stoku ise, ulusal petrol stokunun zorunlu petrol stoku dışında kalan kısmıdır. Ulusal petrol stokunun tamamlayıcı kısmının, "gelir payı" adı altında tüketici fiyatlarına eklenen kalemden elde edilen kaynakla rafinerici lisansı sahipleri tarafından tutulması kararlaştırılmıştır.[97]

Bir sonraki yılda geçerli olacak gelir payı bedelleri (azami 10 ABD Dolar/ton'a kadar) her yılın aralık ayının sonuna kadar EPDK tarafından alınan Kurul Kararı'yla belirlenerek Resmî Gazete'de yayımlanır. Rafinerici lisansı sahipleri, ürettikleri ve/veya ithal ettikleri ürünün yurt içi satışından gelir payı tahsil etmekle yükümlüdür. Rafinericilerin haricinde dağıtıcılar tarafından ithalat yapılması durumunda, bu gelir ithalatçı tarafından ithalatın gerçekleştiği ayı takip eden ayın sonuna kadar rafinericiye ödenir. Rafinericiler tarafından bu gelirin muhasebesi hakkında her ay düzenli olarak EPDK'ya bilgi verilir.[98]

LPG dağıtıcı lisansı sahipleri, tutmakla yükümlü oldukları stok miktarının asgari %50'sini LPG olarak, kalan kısmını ise benzin türlerinden tutabilir. Rafinerici ve akaryakıt dağıtıcı lisansı sahipleri ise tutmakla yükümlü oldukları stok miktarının en az %50'sini benzin ve/veya motorin türleri ve/veya havacılık yakıtları olarak tutmaktadır.[99]

[96] 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu, Madde 16, RG. 20/12/2003, S. 25322
[97] İbid
[98] İbid
[99] Ulusal Petrol Stok Komisyonu Kararı, 21/04/2017 , S. 2017/1

2.3.2.2. Zorunlu Petrol Stoğu Kupon Sistemi

EPDK'nın, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nun 16 ncı maddesi ve Ulusal Petrol Stok Komisyonunun 2017/1 Sayılı Kararı'na dayanarak hazırladığı ve 13 Aralık 2017 Tarihli ve 30269 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlayarak yürürlüğe koyduğu "LPG Piyasasında Zorunlu Petrol Stoğu ve Zorunlu Petrol Stoğunun Kupon Sistemi Kapsamında LPG Olarak Tutulabilmesine Dair 07/12/2017 Tarihli ve 7494 Sayılı Kararı" ile lisans sahiplerine stok yükümlülüklerini bizzat yerine getirmenin yanı sıra fazla depolama ve stok imkanı olan kişilerden kupon sistemiyle karşılama imkanı da getirilmiştir.

Bu sistem sayesinde fazla stok bulunduran lisans sahipleri ilave gelir elde ederek stok maliyetlerini düşürürken, stok için yeterli alanı bulunmayan lisans sahipleri de zorunlu petrol stoku yükümlüğünü kupon sistemi kapsamında yerine getirerek daha düşük maliyetlerle yükümlülüklerini karşılayabilecektir. Böylelikle stok maliyetlerinin fiyatlar üzerinde oluşturduğu baskı da bir ölçüde azalacaktır.[100]

LPG Kupon Sistemi, rafinerici veya LPG dağıtıcı lisansı sahiplerinin bir başka LPG dağıtıcı lisansı sahibi adına LPG yükümlülük stoku tutmasına ilişkin sistemi ifade etmektedir. Bu doğrultuda alınan Karar'ın amacı, LPG piyasasında tutulmakla yükümlü olunan zorunlu petrol stokunun bir kısmının veya tamamının kupon sistemi kapsamında LPG olarak tutulabilmesine dair hususların düzenlenmesini sağlamaktır.[101]

Kupon Sistemi kapsamında hizmet alan, EPDK'dan izin almış rafinerici ve/veya LPG dağıtıcı lisansı sahiplerinden zorunlu petrol stoku yükümlülüğünü karşılamak üzere hizmet alan LPG dağıtıcı lisans sahibine karşılık gelirken; hizmet veren, bir başka LPG dağıtıcı lisansı sahibinin zorunlu petrol stoku yükümlülüğünü karşılamak üzere Kurumdan izin alan rafinerici veya LPG dağıtıcı lisansı sahibini ifade etmektedir. Kupon sistemi kapsamında hizmet alan ile hizmet veren arasında sözleşme düzenlenmekte olup sözleşmeler çerçevesinde stok yükümlülüğü yerine getirilmektedir.[102]

---

[100] Özgür ÇAKIR, 04/10/2017 tarih ve 7319 sayılı Kurul Kararı, Enerji Uzmanları Derneği, Uzman Gözüyle Enerji, Kasım – Aralık 2017, Yıl:1, Sayı: 4, S.46, www.enerjiuzmanlari.org.tr/dergiler/Uzman_Gozuyle_Enerji_4.sayi_WEB-min.pdf, Erişim: 04.09.2021

[101] EPDK, LPG Piyasasında Zorunlu Petrol Stoğu ve Zorunlu Petrol Stoğunun Kupon Sistemi Kapsamında LPG Olarak Tutulabilmesine Dair Karar, RG. 13/12/2017, S. 30269

[102] İbid

2.4. Fiyat Oluşumu

5307 sayılı LPG Piyasası Kanunu'na göre; LPG alım satımında fiyatlar, erişilebilir dünya serbest piyasa koşullarına göre oluşmaktadır.[103]

Tablo 2.1: Yurt İçi LPG Fiyat Oluşum Denklemi[104]

Yurt İçi LPG Fiyat Oluşumu (TL/LT)	=	Ürün Fiyatı	+	Toptancı Marjı	+	Dağıtıcı ve Bayi Marjı Toplamı	+	Gelir Payı	+	Toplam Vergi

EPDK'nın Petrol ve LPG Piyasası Fiyatlandırma Raporunda tanımlanmış olan yurt içi LPG fiyatını oluşturan maliyet kalemleri;[105]

Ürün Fiyatı: Türkiye'de LPG ürün fiyatları bakımından Cezayir Ulusal Devlet Petrol Şirketi, Sonatrach'ın piyasa fiyatları takip edilmekte olup söz konusu Sonatrach fiyatları, propan ve bütan olmak üzere ayda bir kez güncellenmektedir. Referans fiyat hesaplanırken piyasada yayımlanan "bütan" fiyatının %70'i ve "propan" fiyatının %30'u alınır. Hesaplanan bu rakam, her gün için Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası tarafından ilan edilen ABD doları döviz satış kuru ve ürünün yoğunluğu ile çarpılarak LPG ürün fiyatı belirlenir.

Toptancı Marjı: Rafinerici veya dağıtıcılar tarafından ürün fiyatı üzerine eklenen marjdır.

Dağıtıcı ve Bayi Marjı Toplamı: Ürünlerin rafineriden, ithalat yoluyla yurt dışından veya diğer dağıtıcılardan temin edilmesinden, son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar oluşan bütün maliyetleri içeren marjdır.

Gelir Payı: Ulusal petrol stokunun, zorunlu petrol stoku dışında kalan tamamlayıcı kısmının tutulabilmesi için tüketici fiyatlarına ilave edilen miktardır.

---

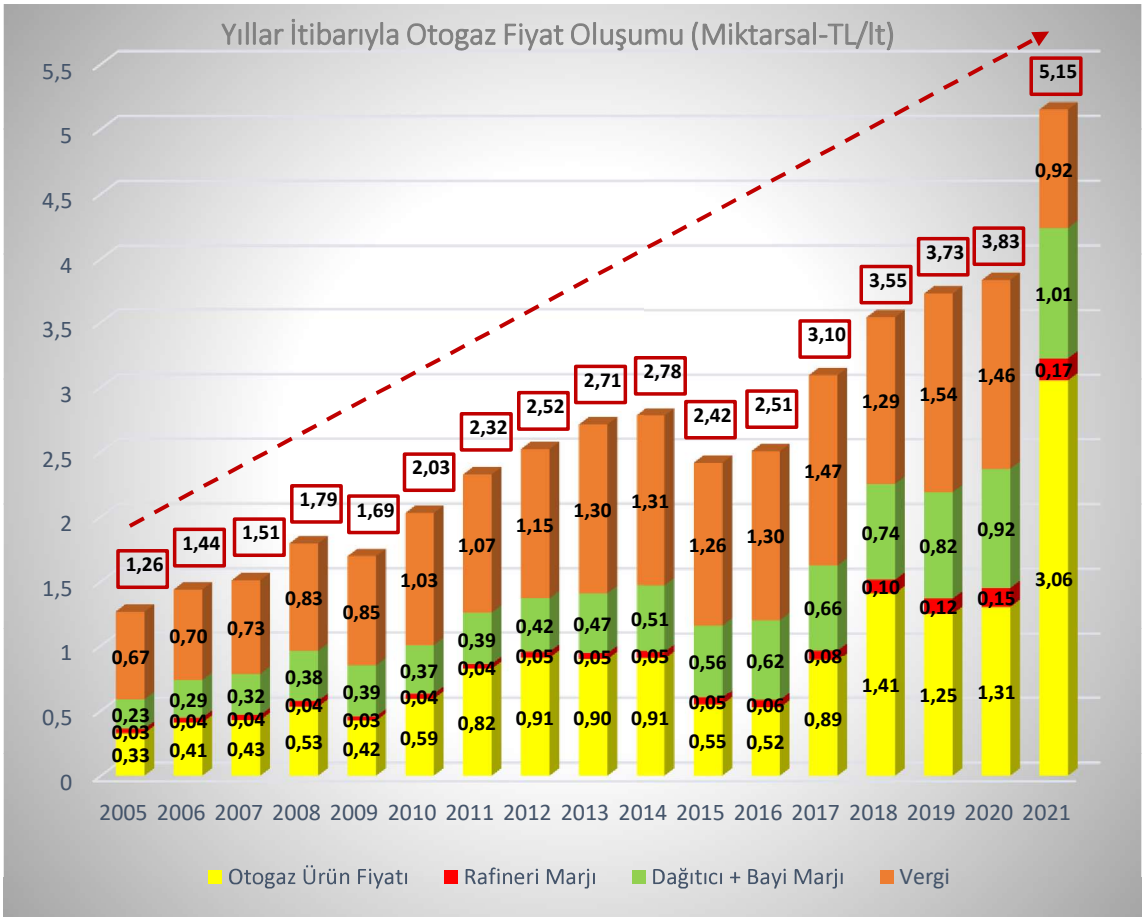
[103] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754

[104] EPDK, Türkiye LPG Piyasası Yatırımcı Rehberi, Ankara, 2019, S.45

[105] EPDK, Petrol ve LPG Piyasası Fiyatlandırma Raporu, Temmuz 2021, www.epdk.gov.tr, Erişim:23.08.2021

Toplam Vergi: Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından belirlenen Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) ve Katma Değer Vergisinin (KDV) toplamıdır.

Fiyat oluşum bileşenlerinin miktarına göre, 01/01/2005-31/12/2021 tarihleri arasında gerçekleşen yıllık ortalama LPG fiyatları Şekil 2.2'de verilmiştir.



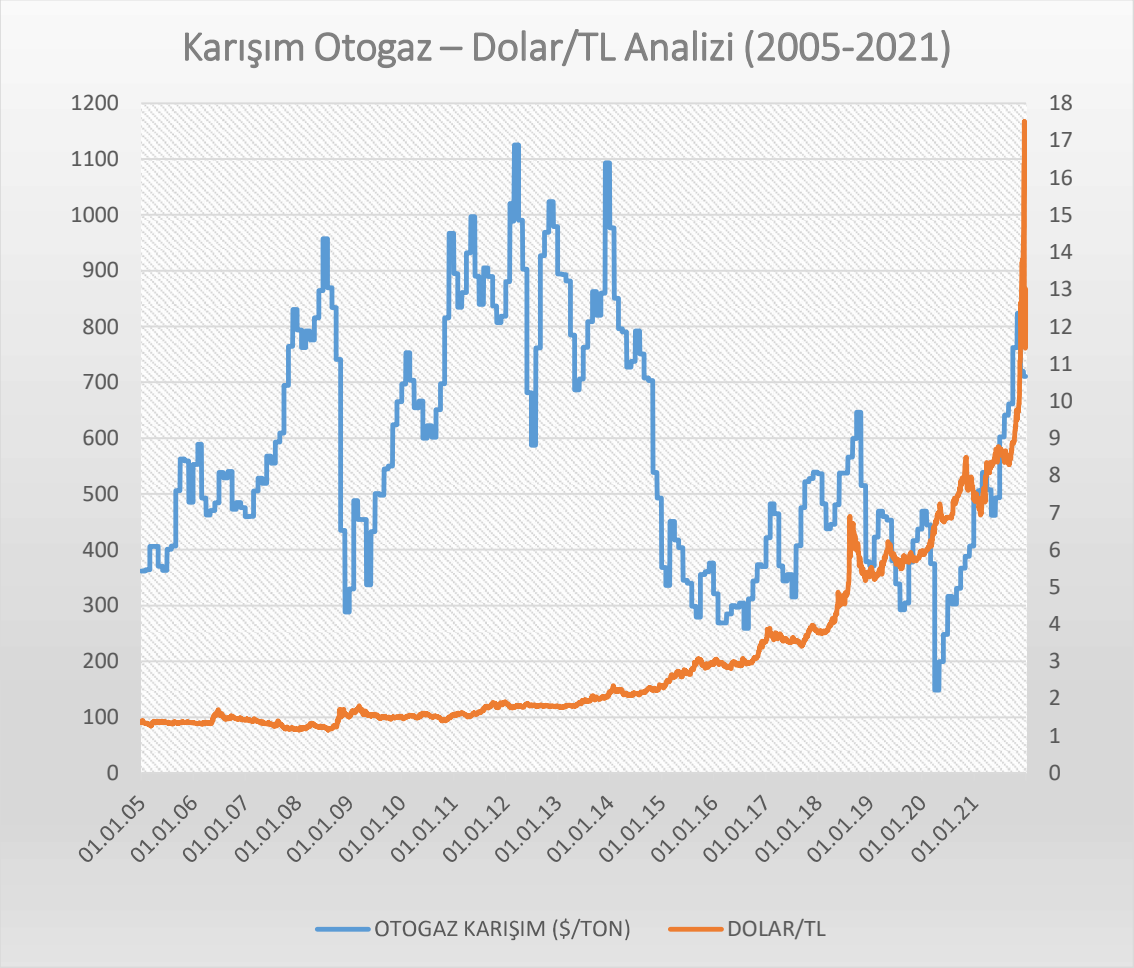
Şekil 2.2: Otogaz Fiyat Oluşumu (Miktarsal-TL/lt)[106]

Şekil 2.2'de görüldüğü üzere, 2009 ve 2015 yılları haricinde yıllık ortalama otogaz fiyatları bir önceki yıla göre sürekli olarak artış göstermiştir. Fiyat oluşumu bileşenlerine bakıldığında ise, genel olarak en yüksek paya vergi tutarının sahip olduğu görülmektedir. Ancak, bilhassa 2021 yılında ortalama otogaz fiyatının (5,05 TL/lt) 3,06 TL/lt'si (%60,59) ürün fiyatından oluştuğu görülmektedir. 2021 yılı LPG piyasasında yaşanan fiyat hareketleri açısından sıra dışı bir yıl olmuştur. Zira, hem küresel enerji fiyatlarında, hem Dolar/TL kurunda yaşanan yukarı yönlü hareketler neticesinde 2021 yılında ortalama 3,06 TL olan otogaz ürün fiyatı yıl içerisinde 7,05 TL seviyesine kadar

[106] Mustafa Düzgün, EPDK, Petrol ve LPG Piyasalarında Fiyat Oluşumu Sunumu, Ocak, 2022

yükselmiş, buna karşılık otogaz fiyatı da 9,39 TL seviyesine ulaşmıştır. Fiyat artışlarının tüketiciye daha az yansıması için eşel mobil sistemi vasıtasıyla ÖTV'den feragat edilmiş, ancak bu sistem vasıtasıyla sübvanse edilebilecek ÖTV tutarı sıfırlanınca mecburen fiyat artışları da tüketiciye yansıtılmaya başlanmıştır.

Yurt içinde satılan otogazın nihai fiyat oluşumunda otogaz ürün fiyatlarında ve Dolar/TL kurunda yaşanan fiyat hareketleri direkt olarak etkili olduğu için bu iki bileşeninin zaman içerisindeki değişimlerinin daha detaylı incelenmesinde fayda görülmektedir. Bu kapsamda, aşağıdaki Şekil 2.3'te 01.01.2005-31.12.2021 tarihleri arasındaki Karışım Otogaz ($/TON) ve Dolar/TL fiyat hareketleri analiz edilmektedir.



Şekil 2.3: Karışım Otogaz ($/TON) ve Dolar/TL Fiyat Hareketi[107]

[107] Mustafa Düzgün, EPDK, Petrol ve LPG Piyasalarında Fiyat Oluşumu Sunumu, Ocak, 2022

Otogaz, dolar cinsinden işlem gören emtialardan birisidir. Dolayısıyla otogazın dolar üzerinden fiyatlandırılması sonucunda iki enstrümanın değerinde birbirine bağlı değişimler görülebilir. Bu ilişki, genellikle ters orantılıdır. Çünkü doların değerinin yükselmesi, otogaz fiyatında geri çekilmeler görülmesine neden olmaktadır. Bu durumda dolar yükseldiğinde, 1 ton otogaz için dolar cinsinden ödeyeceğimiz miktar azalacaktır. Bazı istisnai durumlarda ise otogaz ve dolar değerinin aynı yönde hareket ettiği görülebilir. Ülke ekonomisi dolar ve ürün fiyatları arasındaki ilişkiyi etkileyen en önemli unsurlardan birisidir ve zaman zaman aradaki ilişkinin yönünü değiştirebilir.[108] Şekil 2.3'teki grafiğin genelinde karışım otogaz ($/Ton) ve Dolar/TL arasındaki ters ilişki görülmektedir. Ancak bilhassa 2021 yılında bir yandan küresel enerji fiyatlarında yaşanan artışa bağlı olarak küresel otogaz ürün fiyatlarında yaşanan artış, bir yandan da ekonomideki dalgalanmalar neticesinde Dolar/TL kurunda yaşanan sert yükselişlere bağlı olarak otogaz fiyatları dramatik bir biçimde yükselişe geçmiştir.

Türkiye'de LPG fiyatları esas itibariyle rekabet ortamında piyasa koşullarına göre oluşmaktadır. Rafineriler ve dağıtıcılar, erişilebilir dünya serbest piyasalarındaki fiyat oluşumunu dikkate alarak, lisansları kapsamında yaptıkları piyasa faaliyetlerine ilişkin fiyatları, tavan fiyatlar olarak EPDK'ya bildirirler. Dağıtıcılar, iller bazında uygulayacakları tavan fiyatları kendi internet sitelerinde de ilan etmekle yükümlüdür. Rekabet yoğunluğu ve/veya tüketim bölgesinin rafineri veya depolama tesislerine olan uzaklığı, bölgeler/iller arasında fiyatların farklılık göstermesinde etkili olabilmektedir.[109]

Fiyatlarda piyasanın düzenini bozacak, faaliyetleri veya rekabeti engelleyecek nitelikte anormallikler gözlenmesi durumunda Kurum, her seferinde iki ayı aşmamak üzere bölgesel veya ulusal düzeyde taban ve/veya tavan fiyat belirleme yetkisine sahiptir.[110] Ancak, bugüne kadar LPG piyasasında böyle bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmamıştır.

[108] Sidre. Göcekli, (2016) Türkiye'de Ham Petrol Fiyatlarıyla Döviz Kuru Arasındaki İlişki: Ampirik Bir Analiz. (Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Aydın 2016)
[109] EPDK, Türkiye LPG Piyasası Yatırımcı Rehberi, Ankara, 2019, S.46
[110] Dr. Ayhan ERDEM, Tüm Yönleriyle Türkiye Akaryakıt Sektörü, İstanbul Matbaacılık, 2010, S.70

2.5. LPG Kaçakçılığı

Genel anlamda LPG kaçakçılığı, her türlü LPG ürünlerinin ithalat, ihracat ve transit işlemlerinde vergi ödememek veya eksik vergi ödemek ya da izin, lisans, yasaklılık, kısıtlılık gibi hususlarda düzenlemelere aykırı olarak işlem yapmak şeklinde tanımlanmaktadır. LPG kaçakçılığının ülkemizin sosyal, siyasal, coğrafi, ekonomik konumundan kaynaklanan sebeplerle pek çok yapılış şekli bulunmaktadır.[111]

LPG kaçakçılığında vergi yükünden kaçınma amacı ön plana çıkmaktadır. Sınırlar arası fiyat farklılıkları sayesinde ucuz olan yerden ürünün temin edilip daha pahalı olan yerde satılması ciddi bir haksız kazanca neden olmaktadır. Sınırlar arası fiyat farklılıklarını ortaya çıkaran temel sebep ülkeler arasında farklı vergi oranlarının uygulanmasıdır. Vergi oranlarının yüksek olması nedeniyle Türkiye'deki LPG fiyatları ile komşu ülkelerdeki LPG fiyatları arasında da ciddi farklılıklar oluşmaktadır.[112]

Bunun yanında ülke içerisindeki otogaz, dökme ve tüplü LPG arasındaki KDV ve/veya ÖTV oranları farkı da vergi kaçakçılığına yol açmaktadır. LPG türlerinin KDV ve ÖTV oranlarına ilişkin düzenlemelerin de yer aldığı 20/05/2021 tarih ve 31486 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Bazı Mallara Uygulanan Özel Tüketim Vergisi Tutarlarının Yeniden Belirlenmesi Hakkındaki 3994 Sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile LPG ürünlerine uygulanan ÖTV oranları farklılaştırılmış, otogazın vergi tutarı kilogram başına 0,8107 TL olurken diğer LPG çeşitleri için bu tutar 0,2810 TL olarak belirlenmiştir.[113]

Tüplü ve dökme LPG kullanımının teşvik edilmesi amacıyla uygulanan bu yöntem, içerik olarak benzer özellikteki tüplü, dökme ve otogaz LPG'nin birbiri yerine kullanılarak vergi kaçırılmasına zemin hazırlamaktadır. Kötü niyetli sektör paydaşları tüp ve dökme şeklinde faturalandırarak aldığı LPG'yi otogaz olarak piyasaya sürmektedir. Böylelikle bu kişiler ÖTV farklılığından faydalanarak devlet hazinesine gitmesi gereken vergiden haksız kazanç elde etmektedir.

---

[111] Mustafa Yaşar Demircioğlu, Petrol Ürünleri Piyasasında Devlet Kontrolü Ve İdari Müdahaleler, S.250

[112] İbid, S.252

[113] Önceki yıllarda LPG türleri arasında farklı oranlarda uygulanan özel tüketim vergisi, 28/07/2017 tarihli ve 30137 sayılı Mal ve Hizmetlere Uygulanacak Katma Değer Vergisi Oranlarının Tespitine İlişkin Kararda Değişiklik Yapılmasına ve 4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli (I) Sayılı Listede Yer Alan Bazı Mallarda Uygulanan Özel Tüketim Vergisinin Belirlenmesine Dair Karar ile eşitlenmiştir.

Kaçakçılık vergi kaybına neden olmasının yanı sıra kamu düzenini bozmakta, haksız rekabet ve haksız kazanca yol açmakta, kara paranın aklanmasına olanak sağlamakta, sınır ticaretinin ülke aleyhine gelişmesine neden olmakta, yasa dışı örgütlere sermaye sağlamakta, kalitesiz yakıt kullanımı nedeniyle çevre ve insan sağlığına ciddi zararlar vermektedir.[114]

Sebep olduğu ekonomik ve sosyal etkiler göz önünde bulundurulduğunda, kaçakçılık uygulamalarının önüne geçilmesi ve bunun için de piyasa faaliyetlerinin doğru ve etkili bir şekilde izlenebilmesi büyük önem arz etmektedir.

2.6. Piyasa Faaliyetlerinin İzlenmesi ve Gözetimi

Piyasanın işleyişi açısından tedarik zinciri içerisindeki tüm aşamalarda piyasa yapısı hakkında gerçek, doğru, her an değerlendirilme yapılmasına hazır, piyasa oyuncularının strateji belirleyebilmelerine ve gelecek ticari ilişkileri açısından doğru karar verebilmelerine imkân sağlayan bir bilgi sisteminin kurulması önem arz etmektedir. Tedarik zincirinin tüm aşamaları için oluşturulacak böyle bir bilgi sistemi piyasa şeffaflığının sağlanabilmesine katkı sağlamasının yanında haksız, spekülatif ve kötü niyetli kazançların önlenmesine de yardımcı olacaktır.[115]

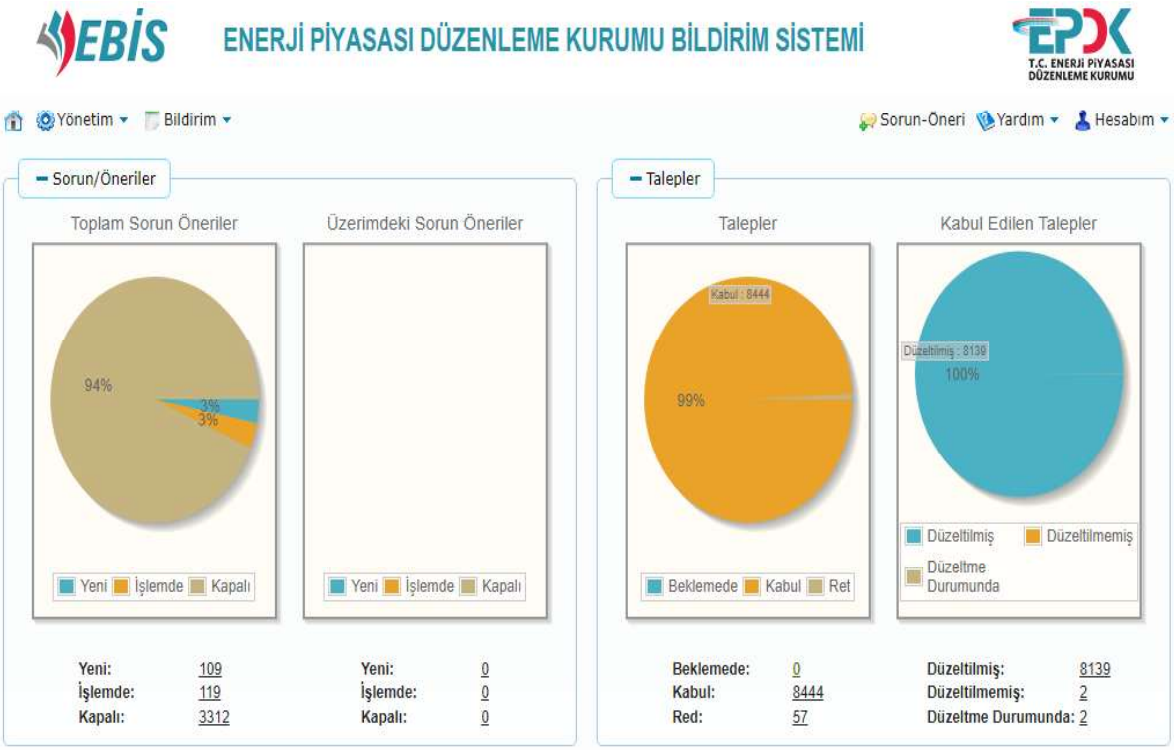
LPG piyasasında, piyasa yapısı hakkındaki izleme faaliyetleri, Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği kapsamında, bağımsız düzenleyici kuruluş olan EPDK tarafından yürütülür. Bildirim Yönetmeliğinin amacı; enerji piyasasında şeffaflığın sağlanabilmesi, güvenilir, eşitlikçi ve istikrarlı yapının korunmasına yönelik olarak piyasa faaliyetlerinin izlenmesi, analiz edilmesi ve raporlanması sürecinde Kurum tarafından ihtiyaç duyulan verilerin toplanmasına ilişkin ilke, usul ve esasları düzenlemektir.[116]

EPDK, piyasanın işleyişine ilişkin gerekli gördüğü her türlü bilgiyi bildirim yükümlülükleri kapsamında gerçek ve tüzel kişilerden temin etmektedir. LPG piyasasının izlenmesine yönelik bildirimler yazılı olarak ya da bildirim yönetmeliği çerçevesinde

[114] İbid
[115] Mustafa Yaşar Demircioğlu, Petrol Ürünleri Piyasasında Devlet Kontrolü Ve İdari Müdahaleler, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya 2012, S.223
[116] EPDK, Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği, RG. 27.05.2014, S. 29012

oluşturulan Bildirim Sistemi üzerinden elektronik ortamda elektronik imzalı olarak alınmaktadır.

LPG piyasası kapsamında bildirim yapmakla yükümlü gerçek veya tüzel kişiler; Rafinerici Lisansı sahipleri, Dağıtıcı Lisansı sahipleri, Depolama Lisansı sahipleri ve LPG kullanan İşleme (Petrokimya) Lisansı sahipleridir.



Şekil 2.4: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Bildirim Sistemi[117]

İlgili mevzuat uyarınca hazırlanan ve Kurulun veya Kurumun gerekli gördüğü bildirimler, Şekil 2.3'te görülen Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Bildirim Sistemi üzerinden elektronik ortamda sunulur. Bildirim Sistemi kapsamında kendisinden bilgi ve belge talep edilen bildirim yükümlüleri, kendi adına bildirim yapmak üzere yetkili gerçek kişileri belirler ve bu yetkilileri sistemi kullanabilmeleri için Kurum'a bildirirler. Tanımlanan bildirim yükümlüsü yetkilileri, ihtiyaç duyulan bilgiler doğrultusunda Kurum tarafından oluşturulan bildirim formlarını, belirlenen süreler içerisinde elektronik imza ile Kurum'a beyan ederler.

[117] EPDK, https://bildirim.epdk.gov.tr/, Erişim: 29.08.2021

Yükümlüler tarafından yapılan bildirimler yetkililerce derlenerek bilgiye dönüştürülür. Piyasanın işleyişi hakkında elde edilen bu bilgiler raporlanarak ilgililere, yetkili mercilere ve kamuoyuna sunulur. Ancak ticari sır niteliği taşıyan bilgiler bildirim yükümlüsünün rızası olmadan üçüncü kişilerle paylaşılmaz.[118]

Bildirim yükümlüsü tarafından sehven hatalı ya da eksik bildirim yapılması durumunda Kurum veya bildirim yükümlüsü tarafından düzeltme talebinde bulunulabilir. Bildirim yükümlüsünden kaynaklanmayan ya da mücbir bir sebepten ötürü bildirimin yapılamaması durumunda, bildirimin yapılabilmesi için ek süre verilebilir.[119]

Yapılan bildirimlerin doğruluğu, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Analiz ve Raporlama Sistemi (SERGİ) üzerinden oluşturulan çapraz kontrol raporları ile düzenli olarak kontrol edilir. Bildirimlerde yer alan beyanın gerçeği yansıtmaması, verilerin uyumlu olmaması ya da hiç bildirim yapılmaması durumunda izlenecek yöntemin belirlenmesi ve denetim sürecinin başlatılmasında Kurum yetkilidir.

2.6.1. LPG Piyasası Kapsamında Yapılması Gereken Bildirimler

LPG piyasasında bildirimler, lisansın ve bildirimin türüne bağlı olarak aylık, üç aylık, yıllık veya bildirime konu eylem ya da durumların oluşması halinde oluşuma bağlı olarak yapılmaktadır.

2.6.1.1. Aylık Bildirimler

Aylık dönemlere ilişkin olarak, izleyen ayların sonuna kadar yapılan bildirimlerdir. Rafinericiler ve dağıtıcılar tarafından yapılan Stok Bildirimi (ulusal petrol stok mükellefiyetine esas stok hakkında), İthalat ve İhracat Bildirimi; sadece rafinericiler tarafından yapılan LPG Ticareti Bildirimi (rafinericilerin, dağıtıcılarda ve işleme lisansı (petrokimya) sahipleri ile yapmış oldukları LPG ticareti hakkında), LPG Üretim Bildirimi, Gelir Bildirimi (ulusal petrol stokunun tamamlayıcı kısmının karşılanabilmesi için rafinericilerin hesabında toplanan gelir payı bedelleri hususunda); sadece dağıtıcılar tarafından yapılan İller Bazında Satış Miktarı Bildirimi (dağıtıcı lisansı sahiplerinin otogaz bayilerine, serbest kullanıcılara ve diğer yerlere yaptıkları satışların illere göre

[118] EPDK, Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği, RG. 27/05/2014, S. 29012
[119] EPDK, Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği, RG. 27/05/2014, S. 29012

dağılımı hususunda), Toptan LPG Ticareti Bildirimi (dağıtıcıların, rafinericiler ile ve/veya kendi aralarında yaptıkları LPG ticareti hakkında), Tavan Fiyat Bildirimi ve depolama lisansı sahipleri tarafından yapılan Depolama Bildirimi aylık bildirimler arasındadır. LPG kullanan İşleme (Petrokimya) Lisansı sahiplerinin yapmakla yükümlü olduğu tek bildirim İthalat Bildirimidir.

2.6.1.2. Üç Aylık Bildirimler

1'inci çeyrek (Ocak-Şubat-Mart), 2'inci çeyrek (Nisan-Mayıs-Haziran), 3'üncü çeyrek (Temmuz-Ağustos-Eylül) ve 4'üncü çeyrek (Ekim-Kasım-Aralık) dönemlerine ilişkin olarak yılda dört kez çeyrek dönemleri izleyen ayların (Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim) sonuna kadar yapılmaktadır. Pazarlama Projeksiyonu Gerçekleşme Bildirimi (pazarlama projeksiyonu bildirimine konu piyasa faaliyetlerine ilişkin üçer aylık gerçekleşme miktarlarına ilişkin bildirim) rafinericiler ve dağıtıcılar tarafından üç ayda bir yapılmaktadır.

2.6.1.3. Yıllık Bildirimler

Yıllık bildirimler; yılda bir kez yapılan bildirimlerdir. Rafinerici, dağıtıcı ve depolama lisansı sahipleri tarafından yapılan Yurt İçi Kaynak Bilgileri Bildirimi (2941 Sayılı Seferberlik ve Savaş Hali Kanunu kapsamında hazırlanan ve depolama tesislerine ilişkin bilgilerin yer aldığı rapor); rafinericiler ve dağıtıcılar tarafından yapılan Pazarlama Projeksiyonu Bildirimi (bildirime konu yıl içerisinde yapılacak piyasa faaliyetlerine ilişkin tahmini miktarların beyanı) ile Katılma Payı Bildirimi (lisans kapsamında yürütülen piyasa faaliyetlerine ilişkin net satış tutarları üzerinden hesaplanan katılma payının ödendiğine dair bildirim) ve sadece dağıtıcılar tarafından yapılan Sonuç Raporları Bildirimi (otogaz istasyonlarının teknik düzenlemelere ve bakımlarına ilişkin bilgileri içeren rapor) yıllık bildirimler arasındadır.

2.6.1.4. Oluşuma Bağlı Bildirimler

Bazı eylem veya durumların oluşması hâlinde, lisans sahipleri ve diğer ilgililer tarafından yapılan bildirimlerdir. Dağıtıcılar tarafından taşıma yapılan araç listesinde değişiklik olması durumunda yapılan LPG Taşıma Bildirimi; rafinericiler ve dağıtıcılar tarafından yapılan Tip Sözleşme Bildirimi, yeni fiyatın uygulanması durumunda yapılan Tavan Fiyat Bildirimi, ulusal petrol stokunun tutulduğu tesislerde herhangi bir değişiklik

olması durumunda yapılan Ulusal Stok Yeri Bildirimi, kamunun can ve mal emniyeti ile çevre güvenliğini ve/veya lisans kapsamındaki faaliyeti veya faaliyetin yürütüldüğü tesisi önemli ölçüde etkileyen bir durum oluşması halinde yapılan Önemli Olay Bildirimi ve kupon hizmeti verilmesi durumunda yapılan LPG Kupon Hizmeti Sözleşme Bildirimi oluşuma bağlı bildirimler arasındadır.

Beyan usulüne dayanan ve asgari bir aylık süreler için bilgi temin edilebilen bu sistem, gelişmiş ve gün geçtikçe büyümesini sürdüren Türkiye LPG piyasası için yeterli olmamaktadır. Sağlıklı ve zamanında bilgi toplanabilmesi, adil, öngörülebilir ve rekabetçi piyasa yapısının sağlanabilmesi için daha kapsamlı ve etkin bir izleme yapısının gerekliliği doğmuştur. Bu kapsamda farklı ülkelerde çeşitli takip ve kontrol sistemleri bulunmakla beraber, Türkiye'de Petrol Piyasası faaliyetlerinin izlenebilmesi adına akaryakıt sektöründe kurulan tank izleme ve otomasyon sistemi hem uygulanabilirliği hem de avantajları göz önünde bulundurulduğunda öne çıkan bir uygulama olmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. OTOMASYON SİSTEMİ

3.1. Otomasyon Sistemi ve İşleyişi

Otomasyon kelimesi sözlükte kendi kendine hareket edebilen anlamına gelmektedir. Otomasyon kısaca üretim ve yönetim süreçlerinde, insan müdahalesinin en aza indirilerek üretim ve hizmetin kalitesini yükseltmek amacıyla robot, makina, sensör ve bilgisayar gibi çeşitli teknolojilerin sisteme dahil edilmesini ve işlerin bu araçlar vasıtasıyla otomatik olarak yapılmasını ifade eder. Otomasyon, bir kazanı kontrol eden bir ev termostatından, on binlerce giriş ölçümü ve çıkış kontrol sinyaline sahip büyük endüstriyel kontrol sistemine kadar uzanan uygulamaları kapsar. Otomasyon teknolojisi endüstri, enerji, tarım, ticaret, ulaşım, savunma ve tıp alanında, kamu hizmetlerinde, bilimsel araştırmalarda, hizmet sektöründe, binalarda ve evlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. [120]

Sürekli olarak gelişen endüstri sektöründe tek başına insan gücünün kullanılması yeterli olmamaktadır. Tüm dünyanın açık bir pazar haline geldiği hem teknoloji hem de rekabetin yüksek olduğu günümüz koşullarında hızlı, hatasız, güvenli ve verimli hizmet sunmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Endüstride bu zorunluluğun karşılığı olarak otomasyon sistemi ortaya çıkmıştır. Birden fazla sistem ve donanımın entegre edildiği otomasyon teknolojisi sayesinde insan gücüne gerek duymadan tam zamanlı olarak otomatik çalışmak ve izleme yapabilmek mümkün hale gelmiştir.[121]

Otomasyon sisteminde insan emeğinden tasarruf edilerek belli hizmetler makinelere bırakılır. Yani sistem ile insanlar arasında iş paylaşımı yapılır. Bu paylaşımın yüzdesi, sistemin düzeyini belirler. İnsanların daha fazla görev aldığı otomasyon sistemleri yarı otomasyon, makinenin yoğun olarak yer aldığı sistemlerse tam otomasyon olarak adlandırılırlar. Karar kriterleri, alt süreç ilişkileri ve ilgili eylemler önceden belirlenir, bu ön belirlemeler makinelerde somutlaştırarak insan müdahalesi azaltılır. [122]

---

[120] Mikell Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, Erişim: 01.09.2021
[121] İbid
[122] İbid

Otomasyon; kurulum, entegrasyon ve bakımdan tasarım, pazarlama, satış ve yönetime kadar sektördeki tüm işlevleri kapsar. Otomasyon sistemleri; robotik ve uzman sistemler, telemetri ve iletişim, elektro-optik, siber güvenlik, süreç ölçümü ve kontrolü, sensörler, kablosuz uygulamalar, sistem entegrasyonu, test ölçümü ve daha pek çok şey dahil olmak üzere çok geniş bir teknoloji yelpazesini içerir.[123]

Farklı otomasyon uygulamaları için kullanılan çeşitli cihazlar olmakla birlikte otomasyon uygulamalarının çoğunluğunda PLC[124] (Programlanabilir Lojik Kontrol), HMI (İnsan Makine Ara yüzü ya da Dokunmatik Ekran), Sensör, İnverter (Frekans Konverter ya da Motor Kontrol Cihazı), Servo Motor ve Sürücü, DC Motor ve SCADA (Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama)[125] gibi araçlar kullanılmaktadır. Sayılan bu cihazlar ve benzerleri bir araya getirilerek sistemlerin mümkün olduğunca az insan gücü ile kontrol edilmesini sağlarlar.[126]

İnsan gücü yer alan sistemlerde kullanılacak otomasyon sistemleri ile, insan hatasından kaynaklanacak zarar en aza indirilmektedir. Her şeyin takip edilebilir olmasına olanak sağlayan bu yapı, bir bilgisayar ekranından sisteminin işleyişi, eğer varsa arızanın yeri, sistemdeki ürün miktarı vb. birçok bilgiye erişim ve kontrol kolaylığı sağlamaktadır. Özellikle endüstriyel üretim merkezlerinde basınç, sıcaklık, seviye gibi hayati öneme sahip değerlerin sürekli gözetim altında tutularak gerektiğinde detaylı ölçüm, rapor, kontrol gibi işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayan otomasyon sistemleri proseslerin kaderini değiştirmektedir. Tüm bu faydalar işletmeye iş gücü ve zaman tasarrufu, kalite, hız, doğruluk, kesinlik ve kâr olarak geri dönmektedir. Otomasyon sistemlerin en büyük dezavantajı ise ilk kurulumunun oldukça maliyetli olmasıdır. Ancak bu maliyet çoğu otomasyon sistemlerinde uzun vadede kendini amorti etmektedir. [127]

[123] International Society of Automation, https://www.isa.org/about-isa/what-is-automation, Erişim: 01.09.2021
[124] PLC, sensörleri ile aldığı bilgileri depolayıp analiz edebilen özel bilgisayar sistemleridir.
[125] SCADA, geniş bir alanda hizmet veren tesislerin, yalnızca bir merkezden bilgisayar, telefon, tablet ya da PC gibi cihazlardan izlenebildiği sistemlerdir.
[126] Mikell Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems
[127] RST Ölçü Kontrol ve Otomasyon Teknolojileri, https://www.rst-elektronik.com/blog/otomasyon-nedir, Erişim: 01.09.2021

3.2. Otomasyon Türleri

3.2.1. Temel Otomasyon

Temel otomasyon basit ve ilkel görevleri otomatikleştiren sistemdir. Bu otomasyon düzeyi, bilgileri bağlantısız depolarda tutmak yerine paylaşılabilir bir iletişim sistemi kullanmak gibi rutin görevleri kolaylaştırmak ve merkezileştirmek için araçlar kullanarak işi dijitalleştirmekle ilgilidir. İş süreci yönetimi ve robotik süreç otomasyonu temel otomasyon türlerindendir.[128]

3.2.2. Proses (Süreç) Otomasyonu

Proses otomasyonu, iş süreçlerinde tekdüzelik ve şeffaflığın sağlanması için süreci yöneten sistemdir. Genellikle özel yazılımlar ve yönetimsel uygulamalar ile yürütülür. Proses otomasyonları işletmenin üretkenliği ve verimliliğini artırırken problemler için yeni öngörüler sunabilir ve çözümler önerebilir. Süreç madenciliği ve iş akışı otomasyonu proses otomasyonu türlerindendir.[129]

Genellikle ısıtma fırınları, petrol arıtma, damıtma kuleleri gibi tesislerdeki cihazları en uygun şekilde kontrol etmek için test aletleri, regülatörler ve bilgisayarlardan oluşan bir proses kontrol sistemi kullanılır. Bu sistemler, birçok bireysel değişkenin tipik kontrolünü yapmak veya bazı durumlarda çoklu girdiler kullanarak karmaşık kontrol algoritmaları uygulamak için bir programlanabilir akıllı kontrolör, araç ve kontrolör ağından gelen verileri işleyebilir, bu verileri analiz edebilir, gerçek zamanlı grafikler oluşturabilir ve raporlar oluşturabilirler.[130]

3.2.3. Entegrasyon Otomasyonu

Entegrasyon otomasyonu, makinelerin insan görevlerini taklit edebildiği ve insanlar kuralları tanımladıktan sonra makinelerin eylemleri tekrarlayabildiği sistemlerdir. Bir kontrolör yardımı ile programlayıcı tarafından belirlenen komutlara göre otomatik olarak çalışan mekanik sistemler ve belirli görevleri yerine getirmek için

[128] IBM, What is automation?, https://www.ibm.com/topics/automation, Erişim: 04.09.2021
[129] İbid
[130] Mikell Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems

insanlarla çalışmak üzere eğitilmiş yazılım robotları olarak tanımlanan "dijital işçiler" bu otomasyon türünün örneklerindendir.[131]

3.2.4. Yönetim Otomasyonu

Yönetim otomasyonu, bir işletmede, fabrikada ya da kamu kurumunda insan, finans, ofis, malzeme, üretim ve diğer iş operasyonlarının otomasyonu, bilgisayar, kontrol ve iletişim sistemleri gibi disiplinleri içeren, bilgi işlemenin temelini oluşturan kapsamlı bir teknolojidir. Büyük miktarda bilgiyi yüksek hızda işleyebilen birden çok bilgisayar ve çeşitli terminallerden oluşan bir yerel ağ kullanılır.[132]

3.2.5. Yapay Zeka Otomasyonu

En karmaşık otomasyon seviyesi yapay zekâ otomasyonudur. Yapay zekanın eklenmesi makinelerin "öğrenebileceği", karşılaştıkları ve analiz ettikleri geçmiş durumlara dayalı kararlar alabileceği bir sistem oluşturulması anlamına gelmektedir.[133]

3.3. Enerji Sektöründe Otomasyon Uygulamaları

Sanayileşmenin alt yapısı olan enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal olarak gelişiminde, toplumsal refahın artırılmasında ve günlük ihtiyaçlarının karşılanmasında vazgeçilmez bir unsurdur. Enerji kaynaklarının tükenebilir oluşu ve dışa bağımlılığın varlığı enerjinin en etkin şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, kullanılan enerjinin kontrol altında tutularak mevcut enerjinin en verimli şekilde izlenmesi ve enerji kalitesinin iyileştirilmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda enerji sektöründeki pek çok alanda ve uygulamada otomasyon sistemlerinden faydalanılmaktadır. En temel örneklerinden biri, Türkiye petrol sektöründe kullanılan ve bu enerji kaynağının piyasada etkin bir şekilde izlenmesine imkân sağlayan istasyon ve tank otomasyon sistemleridir. Amaç ve uygulama doğrultusunda proses ve yönetim otomasyonuna örnek teşkil eden bu sistem istasyon faaliyetlerinin ve stok durumlarının anlık olarak izlenebilmesine olanak sağlar.

[131] https://www.ibm.com/topics/automation, Erişim: 04.09.2021
[132] İbid
[133] İbid

3.3.1. Petrol Piyasasında Denetim Yapısının Oluşumu ve Gelişim Süreci

Petrol açısından büyük ölçüde dışa bağımlı bir ülke konumunda olan Türkiye'de, hazine gelirlerinin büyük kısmı bu enerji kaynağı üzerindeki dolaylı vergilerden karşılanmaktadır. Dolayısıyla, akaryakıt satış fiyatları üzerinde yüksek oranlarda vergi yükü bulunmaktadır. Bu durum, komşu ülkelerde 4-5 kat ucuza satılan bu ürünün kaçak yollarla ülkeye sokulması riskini de beraberinde getirmektedir. Aynı şekilde atık yağlardan elde edilerek akaryakıt olarak kullanılabilen ve 10 numara yağ adı altında yapılan satışlar da rekabetçi piyasa yapısı, can, mal ve çevre güvenliği üzerinde tehdit oluşturmaktadır.[134]

Türkiye'de 1990'lı yılların başından itibaren giderek artan akaryakıt kaçakçılığı ülke ekonomisini tehdit etmeye başlamış; 2000'li yıllarda 3 milyon ton civarına ulaşan kaçak ürün pazarı yıllık 2 ila 5 milyar ABD Doları arasında bir vergi geliri kaybına yol açacak boyutlara gelmiştir. Bu durum, akaryakıt kaçakçılığıyla mücadele kapsamında birtakım önlemler alınması ihtiyacını doğurmuştur. Bağımsız düzenleyici ve denetleyici kuruluş olan EPDK, özel ve genel kolluk birimleri ile birlikte petrol piyasasında denetime yönelik yoğun çaba sarf etmiştir. Kaçak uygulamaların önüne geçilebilmesi amacıyla pek çok düzenleme yapılmış, bu kapsamda çevresel hassasiyetler ve tüketicilerin korunmasına yönelik koyulan kurallar, akreditasyon, standardizasyon ve ürün/hizmet güvenliğini esas alan teknik regülasyonlar da yasal çerçeveye oturtulmuştur.[135]

Petrol kaçakçılığından kaynaklanan haksız rekabetin önlenmesi suretiyle petrol piyasasının sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi, adil bir rekabet ortamının ve ürün güvenliğinin sağlanması amacıyla 2007 yılında yürürlüğe giren 5576 sayılı Petrol Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'na "kaçak petrol" ve "teknik düzenleme" kavramları eklenmiştir. Kaçak petrol, EPDK tarafından belirlenen seviyede ulusal marker içermeyen akaryakıt ve yasal yollarla Türkiye'de serbest dolaşıma girdiği belgelendirilemeyen veya menşei belli olmayan petrol ve petrol ürünleri olarak tanımlanmıştır. Teknik düzenleme ise; petrolün standartları, ölçüleri, özellikleri, işleme ve üretim yöntemleri, bunlarla ilgili terminoloji,

[134] Mustafa Yaşar Demircioğlu, Petrol Ürünleri Piyasasında Devlet Kontrolü Ve İdari Müdahaleler, S.250
[135] İbid

sembol, ambalajlama, işaretleme, etiketleme ve uygunluk değerlendirmesi işlemleri hususlarını içeren her türlü düzenleme olarak belirlenmiştir.[136]

Sonraki yıllarda petrol piyasasını kontrol altında tutabilmek için yerinde gözetim ve denetim faaliyetlerine ilave olarak pek çok düzenleme yapılmış, kaçak eylemlerin önüne geçilebilmesi için çeşitli uygulamalar yürürlüğe konulmuştur. Bu düzenlemelerin başında ulusal marker, bayi denetim sistemi ve stok izleme kapsamında uygulamaya konulan kararlar gelmektedir.

3.3.1.1. Ulusal Marker Uygulaması

Ülkemizde oluşturulan denetim sisteminin merkezinde "Ulusal Marker Uygulaması" yer almaktadır. Arkasında teknoloji, iletişim ve iş birliğine dayalı bir yapıyı barındıran bu uygulama, akaryakıt içerisinde yeterli şart ve seviyede ulusal marker olup olmadığının kontrolü olarak özetlenebilir. Akaryakıta rafineri çıkışında veya gümrük girişinde eklenen, akaryakıtın özelliklerini bozmayacak nitelikte formülü gizli bir kimyasal katkı maddesi olarak tanımlanan ulusal marker, kaçak ürünün piyasa faaliyetini engellemekte etkili bir adım olmuştur. Özellikle akaryakıt kaçakçılığı ile belli amaçlar için tahsis edilen akaryakıtın amaç dışı kullanımını önlemek amacıyla 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nun 18 inci maddesi ile Petrol Piyasasında Ulusal Marker Uygulamasına İlişkin Yönetmelik uyarınca 01/01/2007 tarihinde uygulanmaya başlanan ulusal marker, dolaşımda olan akaryakıtın menşeini tespit etmek açısından laboratuvar analizlerine oranla daha ucuz ve pratik bir piyasa denetim enstrümanı olmuştur. Ulusal Marker'ın üretimi, teslimi ve iade alınması işlemleri yetkili kuruluş olarak sadece Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından yapılmaktadır. [137]

Ulusal Marker uygulaması her ne kadar kaçakçılığı önleme amacıyla hayata geçirilmiş olsa da piyasada teknik düzenlemelere aykırı ürün satışını önlemekte de etkili olmuştur. Bu uygulamayla; yasal akaryakıt ile yasal olmayan akaryakıt birbirinden ayrıştırılmış, ürün ikmal zincirinin her aşamasında denetim yapılabilmesine olanak sağlanmış ve kaçak akaryakıtın yurt içinde piyasaya arz edilmesi, standart dışı akaryakıtın

[136] 5576 sayılı Petrol Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/02/2007, S. 26433
[137] Mehmet Suat Kayıkçı, Petrol Piyasası Hukuku, İstanbul 2015, S.167

diğer akaryakıt ile karıştırılarak piyasaya sunulması engellenmiştir. Böylece piyasaya arz edilen akaryakıtın dolaylı olarak standartlara uygun olması sağlanmıştır.[138]

3.3.1.2. Bayi Denetim Sistemi

Ulusal Marker düzenlemesi, kaçak ürünün piyasa faaliyetlerine konu olmasını önemli derecede engellemiş olsa da piyasa oyuncularının düzenli olarak takip edilerek piyasa faaliyetlerinin izlenmesi ihtiyacı devam etmiştir. Bu nedenle, aynı yıl EPDK tarafından petrol piyasasında faaliyet gösteren dağıtıcıların tescilli markası altında faaliyette bulunan bayilerde kaçak akaryakıt satışının önlenmesi ve piyasaya sunulan akaryakıtın kalite kontrolünün daha etkin bir şekilde yapılabilmesi amacı ile "Bayi Denetim Sistemi" adı altında bir kontrol mekanizması oluşturulması kararı alınmıştır. Bu doğrultuda hazırlanan 27/06/2007 tarihli ve 1240 sayılı "*Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Karar"* (1240 sayılı Karar) ile bayilerde satışa sunulan akaryakıtın denetimi hakkındaki uygulamaya ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir.[139]

1240 sayılı Karar ile dağıtıcı lisansı sahiplerine, piyasaya sunulan akaryakıtının kalitesini izleme ve bayilerinde yapılan satışın takibine ilişkin teknolojik yöntemleri de içeren bir denetim sistemi kurması yükümlülüğü getirilmiştir. Bu kapsamda dağıtıcıların, düzenli olarak bayilerine ait tesisleri denetlemesi, tank ve pompa bakımlarının kontrolünü yapması, şikayetler ve ihbarlar dışında yılda en az bir kere bayilerinde ikmal edilen ürünlerden numuneler alarak teknik kriterlere uygunluğu hakkında analiz yaptırması gerekli kılınmıştır.[140]

Ayrıca, dağıtıcılar tarafından akaryakıt istasyonlarında otomasyon sistemi kurulması kararlaştırılmış ve bu sistem aracılığıyla bayinin stok hareketleri ile akaryakıt alım satım işlemlerinin elektronik ortamda, günlük olarak izlenebilmesi ve toplanan verilerin raporlanabilmesi için ilk adım atılmıştır. Bu aşamada, sadece kayıt dışı ikmal ve satış tespit edilmesi halinde EPDK'ya bilgi verilmesi talep edilmiştir.[141]

---

[138] İbid
[139] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar, RG. 06/07/2007, S. 26574
[140] İbid
[141] EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 1660 Sayılı Karar, RG. 04/07/2008, S. 26926

Bayi denetim sisteminin temelini oluşturan 1240 sayılı Karar'da yıllar içerisinde pek çok defa değişiklik yapılmış, piyasa faaliyetlerinin daha kapsamlı bir şekilde izlenebilmesi ve otomasyon sisteminden daha fazla faydalanılabilmesi adına karar sürekli olarak geliştirilmiştir. Bu doğrultuda en stratejik adım 2011 yılında atılmıştır.

1240 sayılı Karar'da, 22/06/2011 tarihli ve 3287 sayılı Kurul Kararı ile yapılan değişiklik ile dağıtıcı lisansı sahiplerine, bayi denetim sistemi aracılığıyla edindiği bilgileri EPDK ile paylaşması yükümlülüğü getirilerek 2007 yılında temelleri atılan otomasyon sistemi resmi olarak da uygulamaya koyulmuştur. Dağıtıcılar, topladığı veriler doğrultusunda EPDK'nın talep ettiği bilgi, belge ve raporları hazırlayarak Kurum'a sunacaktır. Bu kapsamda dağıtıcılardan ilk olarak, aylık dönemler itibariyle bayilerinin akaryakıt alım, satım ve stok durumlarını bildiren raporlar oluşturması istenmiştir. Revize edilen 1240 sayılı Karar doğrultusunda dağıtıcılar, otomasyon sistemi kapsamında edindiği verilerin EPDK tarafından da elektronik ortamda süreklilik arz edecek şekilde izlenebilir olmasını sağlayacak bir alt yapı oluşturacaktır. Bu sayede, akaryakıt bayilerinin piyasa faaliyetleri EPDK tarafından da anlık olarak yakından takip edilebilecek ve piyasa yapısını bozan kaçak uygulamaların önüne geçilebilecektir.[142]

2012 yılında yapılan düzenleme ile istasyon otomasyon sistemi resmi olarak tanımlanmış, sistemin işleyişine ilişkin usul ve esaslar 3657-4 Sayılı "*1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar*"da (3657-4 sayılı Karar) belirlenmiştir. Bu Karar'da, istasyon otomasyon sistemi "*akaryakıt istasyonlarında, akaryakıt stok hareketleri ve alım satım işlemlerinin günlük, fiyatların ise anlık olarak elektronik ortamda izlenebilmesine olanak sağlayan sistem*" olarak ifade edilmiştir. 3657-4 sayılı Karar ekinde yer alan, EPDK tarafından hazırlanmış tablolarda akaryakıt hareketleri, akaryakıt fiyatları ve numune analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler talep edilmiş, bu bilgiler ışığında istenilen verilerin süreklilik arz edecek şekilde EPDK tarafından izlenilebilmesi şartı getirilmiştir. Bunun için dağıtıcı lisansı sahiplerinden, istasyon otomasyon sistemi kapsamında bayilerini izledikleri sistemleri EPDK'nın erişimine sunmaları talep edilmiştir. Tablolarda bildirilen verilerden dağıtıcı ve bayilik lisansı sahipleri müştereken sorumlu kılınmıştır. Ayrıca, daha önce dağıtıcı lisansı sahiplerinin, bayileri ile aylık olarak oluşturmaları istenilen raporları "Aylık Akaryakıt Stok ve Alım Satım Raporu" adı

[142] EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına İlişkin 3287 Sayılı Karar, RG. 01/07/2011, S. 279819

altında Petrol Piyasası Bilgi Sistemi üzerinden elektronik imzalı olarak EPDK'ya bildirmeleri yükümlülüğü getirilmiştir.[143]

3657-4 sayılı Karar'ın ekinde yer alan tablolarda bayilerin stok durumları, alış-satış bilgileri, akaryakıt fiyatları gibi faaliyet unsuru çeşitli bilgiler talep edilmiştir. Dağıtıcı lisansı sahipleri, bu tablolar doğrultusunda bayi denetim sistemi ile izledikleri bayi akaryakıt hareketlerini raporlayacaktır. Bayi bilgisi, akaryakıt türü, dönem başı (00:00 itibari ile tanklarda bulunan stok miktarı) ve dönem sonu (23:59 itibariyle tanklarda bulunan stok miktarı) stokları, dönem başı ve sonu arasında tanka yapılan dolum ve pompadan yapılan akaryakıt satış miktarına ilişkin verilerin yer aldığı Otomasyon Sistemi Bilgileri Tabloları ile akaryakıt türüne göre bayinin satış fiyatının belirtildiği Akaryakıt İstasyonu Fiyat Takip Tablosunun günlük olarak bildirilmesi istenmiştir. Kurulu otomasyon sistemi ile bu bilgilere sürekli olarak ulaşılabildiği için günlük veri paylaşımı şirketler için fazladan bir iş yükü oluşturmayacaktır. Aylık olarak alınan Özet Otomasyon Sistemi Bilgileri ve Akaryakıt Stok ve Alım Satım Raporu Tabloları ile de günlük bildirilen verilerin tutarlılığının kontrolü sağlanabilecektir. Dağıtıcıların bayilerine yaptıkları satışlar Satış Takip Tablosu ile bayilerin yapmış olduğu satışlar ise Satış Bilgileri Tabloları üzerinden takip edilecektir. Ayrıca istasyonlardan alınan numuneler hakkında bilgi edinilebilmesi için analiz sonuçlarına ilişkin bilgilerin talep edildiği Numune Analiz Bilgileri Tablosu hazırlanmıştır.[144]

Dağıtıcı lisansı sahipleri, otomasyon sisteminden elde edilecek verilerin süreklilik arz etmesi, veri kaybı yaşanmaması ve sistemin sağlıklı çalışmasını engelleyecek müdahalelerin olmaması için gerekli tedbirleri almakla yükümlü kılınmıştır. Bu kapsamda, istasyon otomasyon sisteminde arıza meydana gelmesi durumunda bayiler 24 saat içerisinde dağıtıcılarına bildirecek ve bu arızalar, meydana gelişinden itibaren en geç 96 saat içinde dağıtıcılar tarafından giderilecektir. Sisteme dışardan izinsiz bir müdahale olması durumunda ise dağıtıcılar tarafından 3 iş günü içerisinde EPDK'ya bilgi verilecektir.[145]

[143] EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 3657-4 Sayılı Karar, RG. 11/02/2012, S. 28201
[144] İbid
[145] İbid

Bayi Denetim Sistemi kapsamında bayilik lisansı sahipleri ise istasyonlarında kurulu otomasyon sisteminin güvenliğinden sorumludur. Sistemi devre dışı bırakan ya da sistemin doğru çalışmasını engelleyen doğrudan ya da dolaylı her türlü müdahaleyi önlemek amacıyla bayilerin sisteme müdahaleleri lisanslarına kayıtlı dağıtıcılarının iznine tabi tutulmuştur. Ayrıca bayilik lisansı sahipleri istasyon otomasyon sisteminin çevrim içi olmadığı yerlerde satış, dolum gibi akaryakıt hareketlerini gerçekleştirmemekle yükümlüdür. Yapılan dış satışlara ilişkin belgeler de bayiler tarafından dağıtıcılarına bildirilir.[146]

Bayi Denetim Sistemi hakkındaki 1240 sayılı Karar ve Ek'inde yer alan "*Otomasyon Sistem Kılavuzu*", gelişen koşullara uyum sağlanarak daha etkin bir piyasa izlemesinin yapılabilmesi adına EPDK tarafından pek çok kez revize edilmiştir. Bu kapsamda, mevzuatın daha sade, açık ve anlaşılabilir olması ve ilgili Kamu Kurum ve Kuruluşları ile verilerin paylaşılabilmesi amacıyla uygulamada karışıklığa yol açan bazı hükümler yürürlükten kaldırılarak veya değiştirilerek sistemde sadeleştirmeye gidilmiştir.

Bu kapsamda 2015 yılında bayi denetim sisteminden daha etkin faydalanılabilmesi, mevzuatın sade ve anlaşılabilir olması, sistem dışında faaliyet gösterenlerin sisteme dahil edilmesi ve ilgili Kamu Kurum ve Kuruluşları ile verilerin paylaşılabilmesi amaçlarıyla 1240 sayılı Karar'da düzenleme yapılmıştır. Bu düzenleme ile bazı verilerin dağıtıcı lisansı sahipleri sisteminde muhafaza edilerek sistemin Kurumun erişimine açılması, bazı verilerin Kuruma web hizmeti aracılığı ile iletilmesi ve dağıtıcı lisans sahiplerinin kullandığı sistemlere Kurumun tam erişiminin sağlanması kararları alınmıştır. Uzaktan erişim sistemi kapsamında Kurumun belirleyeceği kıstaslara göre hazırlanacak olan web ara yüzü ile bayi otomasyon sisteminden elde edilen elektronik verilere Kurumun anlık olarak erişimi sağlanacaktır. Ayrıca bu düzenlemede aykırılığın tanımı yapılarak kayıt dışı ikmal ve/veya izinsiz müdahale durumu aykırılık olarak değerlendirilmiş, yeni oluşturulan aykırılık beyanı raporu ile aykırılığa ilişkin bilgilerin Kuruma bildirilmesi istenmiştir.[147]

---

[146] EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 3657-4 Sayılı Karar, RG. 11/02/2012, S. 28201

[147] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında 27/06/2007 tarihli ve 1240 sayılı Kurul Kararında Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kurul Kararı, Karar Tarihi: 12/02/2015, Karar Sayısı: 5468/1

2019 yılında alınan Kurul Kararı ile sistemden daha iyi sonuç alınması ve kontrollerin tek bir rapordan daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi amaçlanmış, bu kapsamda 1240 sayılı Karar ekinde yer alan Otomasyon Sistem Kılavuzu'ndaki mükerrer tablolar birleştirilerek tek rapor haline getirilmiştir. Daha doğru sonuçların alınabilmesi ve tankta oluşan soruna göre tespitlerin yapılabilmesi amacıyla akaryakıt türü bazında alınan veriler, tank bazında alınacak şekilde dönüştürülmüştür. Tank bazında veri toplanması hem denetimin daha etkin yapılmasında hem de kayıt dışı ikmallerin ve izinsiz müdahalelerin tespit edilebilmesinde daha etkili bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Her bir tankın ayrı ayrı kapasitelerini görebilmek ve gizli tankların tespitini kolaylaştırmak amacıyla İstasyon Otomasyon Sistemi raporlarına tank bazında tank kapasiteleri bilgileri ilave edilmiştir. Bayilerin yükümlülüklerini yerine getirmesi ve dış satış hususunda dağıtıcıya gerçek dışı belgeler sunmasını engellemek için EPDK'ya sunulan veriler, dağıtıcının yanı sıra ilgili bayinin de beyanı olarak kabul edilmiştir. Ürün takibinin 2018 yılında getirilen stok izleme sistemi ile birlikte daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için raporlara "Çıkış Tesisi" ve "Sevk Edildiği Yer" bilgileri ilave edilmiştir. Böylece istasyonlara teslim edilen ürünlerin kaynak tesislerinin tespit edilmesi ve ne tür bir satış gerçekleştirildiği bilgilerine ulaşılması amaçlanmıştır. Son olarak, tüm satış işlemlerinde yer alan plaka, satış türü, saat vb. bilgileri tek tip haline getirilmiş ve yapılan satışların tutarlılığının teyit edilmesine olanak sağlayan çapraz kontrol raporları oluşturulmuştur.[148]

30.04.2021 tarihli ve 31470 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 7318 sayılı Vergi Usul Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (7318 sayılı Kanun) ile 5015 sayılı Kanun'da değişiklikler yapılmıştır. 7318 sayılı Kanun'un 7 nci maddesi ile 5015 sayılı Kanun'un 7 nci maddesine **"** *Dağıtıcı lisansı sahibi, Kurumca yetkilendirilen tüzel kişiler aracılığı ile denetim sistemini kurar ve uygular. Denetim sistemini kuracak ve uygulayacak tüzel kişilerde aranacak idari, mali ve teknik şartlar ile bu tüzel kişilerin hak ve yükümlükleri Kurum tarafından belirlenir. Denetim sistemini kuracak ve uygulayacak tüzel kişilerde aranacak idari, mali ve teknik şartlar ile bu tüzel kişilerin hak ve yükümlükleri Kurum tarafından belirlenir. Denetim sisteminin kurulması ve uygulanmasına ilişkin yükümlüklerin yerine getirilmemesinden dağıtıcı lisansı sahibi ile Kurumca yetkilendirilen tüzel kişiler müştereken sorumludur...."* hükmü eklenmiştir.

[148] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, Karar Tarihi: 16/05/2019, Karar Sayısı: 1240

Bu hüküm ile dağıtıcı lisansı sahiplerine ek olarak Kurumca yetkilendirilen tüzel kişiler de denetim sisteminin kurulması ve uygulanmasından sorumlu tutulmuşlardır. Bu kapsamda, 29/07/2021 tarih ve 10338 sayılı Bayi Denetim Sisteminin Kurulması ve Uygulanması İçin Tüzel Kişilerin Yetkilendirilmesi Hakkında Karar ile "Yetkilendirilmiş Otomasyon Şirketi"nin tanımı, görev, yetki ve yükümlülükleri belirlenmiş, verilerin doğru olarak üretilmesi, korunması, saklanması ve Kuruma iletilmesinden müştereken sorumlu olduğu belirtilmiştir. Bu kapsamda mevzuata aykırı faaliyette bulunan otomasyon firmaları idari para cezası ile cezalandırılacak, otomasyon sistemini usulüne uygun çalıştırmayan lisanlar iptal edilecektir.[149]

1240 sayılı Kurul Kararı'nın ve Karar'ın eki olan "Otomasyon Sistemi Kılavuzu"nun son dönemde alınan Kararlar ile uyumlaştırılması için yeniden düzenleme yapılması ihtiyacı hasıl olmuştur. 02/12/2021 tarihinde alınan Kurul Kararı ile 1240 sayılı Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı son halini almıştır. Bu Karar ile, verilerin güvenliğinden ve Kuruma iletilmesinden müştereken sorumlu olan Yetkilendirilmiş Otomasyon Şirketlerinin Kurumumuza veri gönderme yöntemi belirlenmiş ve Otomasyon Sistemi Kılavuzu'nda yer alan raporlar revize edilmiştir. Günümüzde İstasyon Otomasyon Sistemi 2021 yılında revize edilen 1240 sayılı Karar hükümleri ve güncellenen raporlar doğrultusunda izlenmektedir.[150]

3.3.1.3. Stok İzleme Sistemi

Bayi denetim sistemi kapsamında akaryakıt istasyonlarında kurulan otomasyon sistemleri sayesinde bayilik lisansı sahiplerinin tesislerinde bulunan tanklar anlık olarak izlenebilmekte ve sürekli olarak veri toplanabilmektedir. Ancak bütün piyasa yapısı göz önüne alındığında sadece bayiler üzerinden yürütülen bu izleme faaliyeti yeterli olmamaktadır. Depolama faaliyetinde bulunan diğer lisans sahiplerinin stoklarının da daha etkin bir şekilde izlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu doğrultuda, bayi denetim sistemine benzer bir yapının depolama lisansı sahipleri ve alt başlığında depolama faaliyeti yer alan dağıtıcı lisansı sahipleri ile rafinerici lisansı sahiplerinin, tesislerinde

[149] EPDK, Bayi Denetim Sisteminin Kurulması ve Uygulanması İçin Tüzel Kişilerin Yetkilendirilmesi Hakkında Karar, RG. 03/08/2021, S. 31557
[150] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, RG. 07/12/2021, S. 31682

yer alan ve petrolün depolandığı lisansa kayıtlı tanklar için de uygulanabileceği değerlendirilmiştir.[151]

Bu kapsamda, 27/07/2017 tarihinde EPDK tarafından alınan 7204-9 sayılı "*Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar*" (7204-9 sayılı Karar) ile depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerine tesislerinde bulunan her bir tank için tankta bulunan petrol miktarını anlık olarak izleyebilen tank ölçüm sistemi ve tank otomasyon sistemi kurma yükümlülüğü getirilmiştir. Tank otomasyonu tanktan ölçülen verilerin güvenli bir şekilde tutulmasını ve EPDK ile paylaşılmasını sağlayan sistemdir. Bu sistem sayesinde tanklarda bulunan ürün lisans sahipleri tarafından anlık olarak izlenebilecek ve EPDK'nın ihtiyaç duyduğu bilgiler doğrultusunda talep ettiği elektronik veriler web servisi üzerinden düzenli olarak sunulabilecektir.[152]

Depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin stoklarının izlenmesine ihtiyaç duyulmasının en önemli sebeplerinden biri ulusal petrol stokunun takip edilmesi gerekliliğidir. Bu enerji kaynağının ülkenin kamu düzeni üzerinde üstlendiği rol nedeniyle petrol piyasasının yakın gözetim ve denetim altında bulundurulması hayati önem taşımaktadır. Rafinerici, akaryakıt ve LPG dağıtıcı lisansı sahipleri için zorunlu hale getirilen acil durum stokları tutma yükümlülüğü kapsamında tutulan petrol stoku her an mevcut ve gerekli olduğu durumlarda hemen erişilebilir olmalıdır. Dolayısıyla petrol stoklarının mevcudiyetinin sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir.[153]

Ulusal stok tutmakla yükümlü olan rafinerici ve dağıtıcı lisansı sahiplerinin Türkiye sınırları içerisinde yer alan stokları 2017 yılına kadar bildirim yükümlülüğü kapsamında EPDK'ya sunmuş oldukları miktarlar üzerinden aylık olarak takip edilmekteydi. Bu izleme sürecinde bildirimler beyan usulüne dayanmakta olup stok durumlarına ilişkin bilgiler takip eden ay içerisinde EPDK'ya ulaşmaktaydı. Dolayısıyla, petrol stoku tutmanın en önemli koşulu olan ihtiyaç duyulduğu anda mevcut petrol stoku olup olmaması hususunda bilgiye zamanında ulaşılamamaktaydı. Ayrıca bu yöntemde beyanların doğruluğunu teyit etmek amacıyla zamanında denetim yapılmasına imkân

[151] Aysun Kartal, 27/07/2017 tarihli ve 7204-9 sayılı Kurul Kararının İncelenmesi, Uzman Gözüyle Enerji, 1/3 (2017), S:47
[152] EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar, RG. 01/08/2017, S. 30141
[153] Mustafa Yaşar Demircioğlu, S.250

olmadığından, bilginin güvenilirliği konusunda da kesin bir dayanak bulunmamaktaydı.[154]

01/01/2018 tarihinde yürürlüğe giren 7204-9 sayılı Karar kapsamında kurulan tank ölçüm sistemi ve tank otomasyonundan oluşan stok izleme sistemi sayesinde depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin tesislerindeki her bir tank ve tanklardaki petrol Kurum tarafından anlık olarak izlenebilmektedir. 7204-9 sayılı Karar ekinde yer alan "*Stok İzleme Sistemi Kılavuzu*"na göre oluşturulan elektronik veriler yarım saat aralıklarla Kurum'a iletilmektedir. Ayrıca verilerin içeriğindeki bilgiler sayesinde depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin kimlere, ne kadar hizmet verdiği bu sistem üzerinden günlük olarak tespit edilebilmektedir. Yani daha öncesinde aylık olarak alınan bildirimler ve yükümlünün beyanı doğrultusunda tutulup tutulmadığı takip edilen zorunlu petrol stoku, stok izleme sistemi sayesinde mevcut durumda neredeyse anlık olarak izlenebilmektedir.[155]

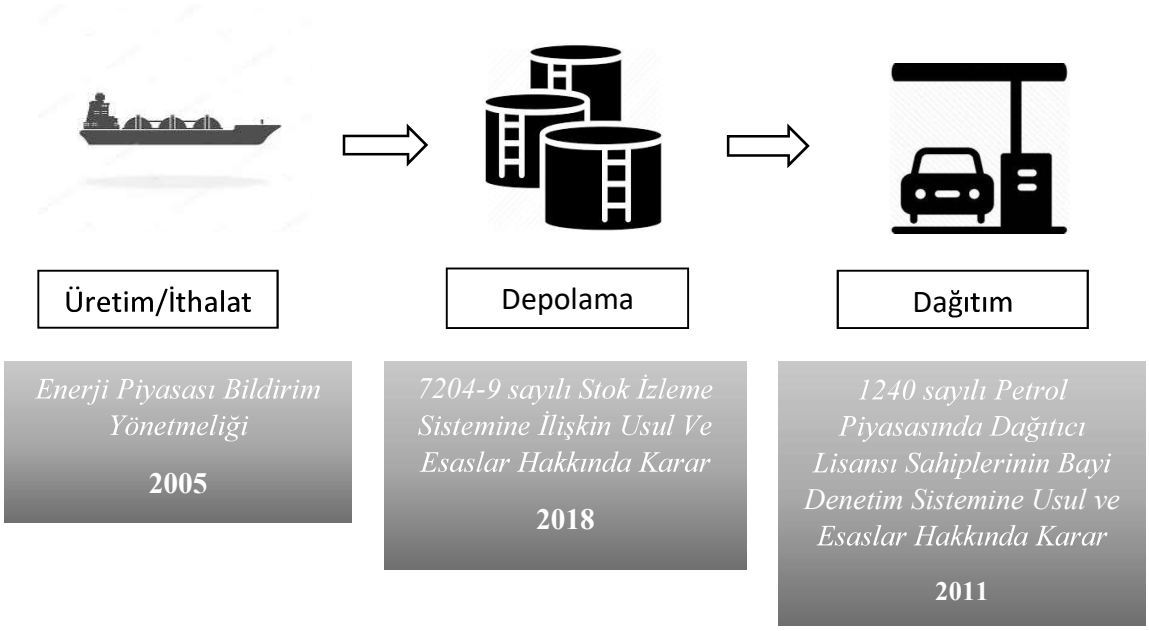
Kendi yükümlülüklerini yerine getirmenin yanı sıra fazla stok bulundurabilen lisans sahiplerinin, stok için yeterli depolama alanı olmayan lisans sahiplerine zorunlu petrol stoku yükümlüğünü yerine getirebilmesi adına sunmuş oldukları kupon hizmeti kapsamında tuttukları stoklar da bu sistem kapsamında daha etkin bir şekilde takip edilebilmektedir.

Türkiye, petrol stoku izleme sistemleri konusunda OECD temelinde kurulan Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) üyesi diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında oldukça ileridedir. Tank izleme sistemleri sayesinde petrol stokları anlık olarak izlenebilmektedir. Ülkemize en yakın örnek olan İtalya'da petrol stokları günlük olarak izlenmektedir. Diğer ülkelerde ise izleme süreci beyan usulüne dayanmakta olup stok bilgilerine ancak izleyen ay ya da sonraki ay içerisinde ulaşılabilmektedir.[156]

[154] Bekir Oray Güngör, Aysun Kartal, Geçmişten Günümüze Petrol Stoku Bulundurma Yükümlülüğü, Uzman Gözüyle Enerji, 1/6 (2018), S:43
[155] İbid
[156] Bekir Oray Güngör, Aysun Kartal, Geçmişten Günümüze Petrol Stoku Bulundurma Yükümlülüğü, Uzman Gözüyle Enerji, 1/6 (2018), S:43

3.3.2. Petrol Piyasasında Otomasyon/Tank İzleme Uygulaması

Petrol piyasasında piyasa gözetim faaliyetleri EPDK tarafından, lisans sahiplerinden alınan bildirimler, 1240 sayılı Karar kapsamında akaryakıt bayilerinden temin edilen istasyon otomasyon sistemi verileri ve 7204-9 sayılı Karar kapsamında tank otomasyon sistemi ile temin edilen veriler aracılılığıyla yürütülmektedir. Dolayısıyla, denetim ve izleme faaliyetlerinin merkezinde otomasyon sistemi yer almaktadır. Günümüzde bazı Avrupa ülkelerinde, akaryakıtın depolanması aşamasında kısmen otomasyon kullanılmasına karşın, Türkiye petrol piyasasında uygulanmakta olan otomasyon sistemi, Şekil 3.1'de gösterildiği üzere akaryakıtın ikmalden nihai tüketiciye kadar her adımda takip edilebilmesine olanak sağlayan ve buna bağlı yürütülen tüm faaliyetleri içeren bir kontrol mekanizmasıdır.[157]

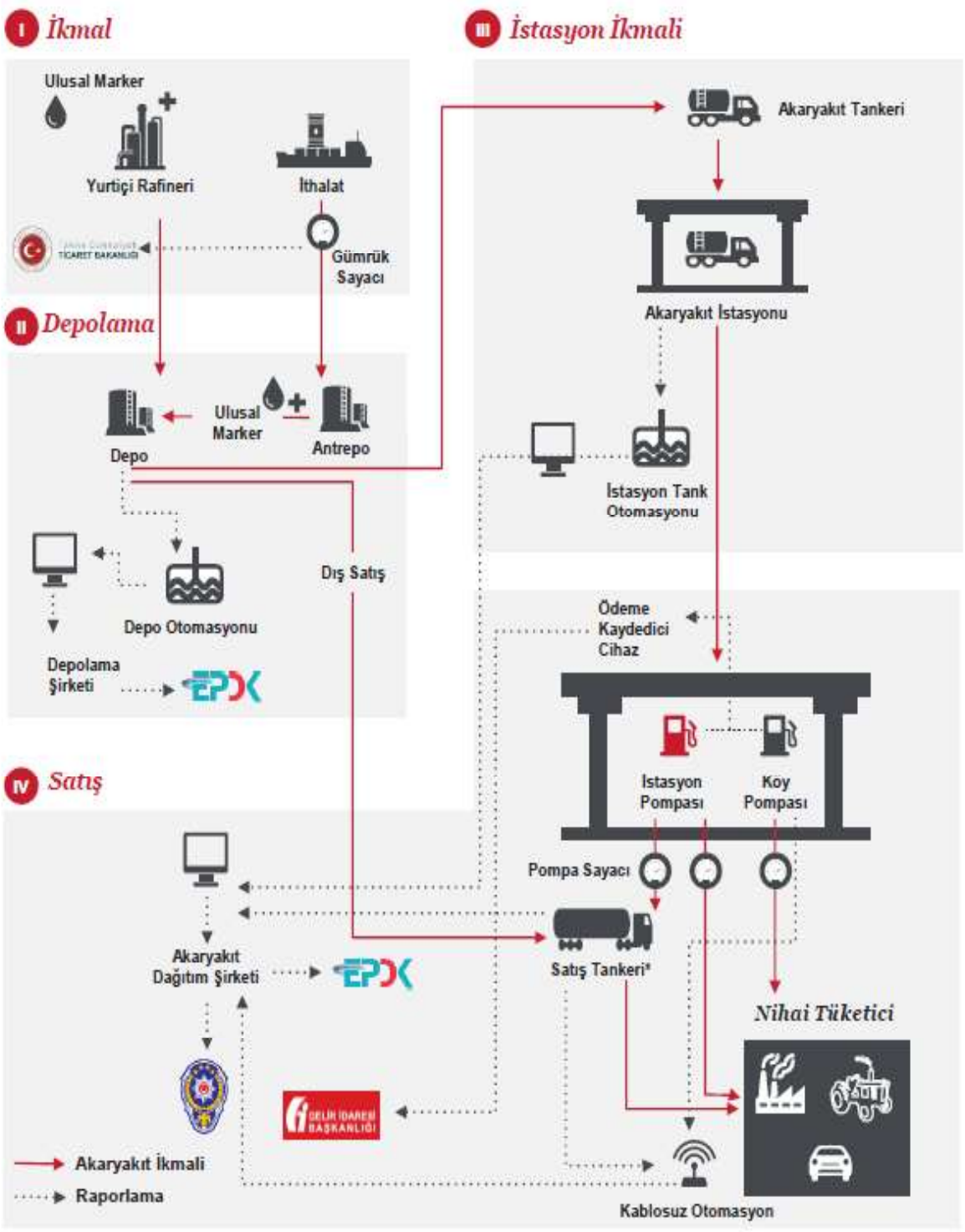


Şekil 3.1 : Petrol Piyasasındaki İzleme Faaliyetlerinin Gelişimi

Petrol piyasasında 2021 sonu itibariyle 6 rafinerici, 37 dağıtıcı, 96 depolama tesisi ve 7/24 hizmet veren 13 binin üzerinde akaryakıt bayisi bulunmakla birlikte, bu lisanslara kayıtlı yaklaşık 50 bin adet depolama tankı bulunmaktadır.[158] Otomasyon sistemi sayesinde, ülkemizdeki tüm akaryakıt istasyonlarının piyasa hareketleri, lisanslı tüm akaryakıt depoları ve rafineri tesislerindeki tüm depolar uzaktan izlenebilmekte, akaryakıt stokları yarım saatlik aralıklarla takip edilebilmektedir.

[157] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, 2018, Sayı: 3, S.2, https://www.petder.org.tr/, Erişim: 09.09.2021
[158] EPDK, Türkiye Geneli Petrol Piyasası Lisansı İstatistikleri, www.epdk.gov.tr, Erişim: 31.12.2021

Akaryakıtın ikmalinden nihai tüketiciye kadar ulaşması sürecinde, otomasyonun yer aldığı ve veri akışının gerçekleştirildiği adımlar Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Türkiye'de Otomasyon Altyapısı[159]

[159] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, https://www.petder.org.tr/

3.3.2.1. Bayi Otomasyon Sisteminin İşleyişi

Akaryakıt istasyonlarında kurulu otomasyon sistemi sayesinde 13 binden fazla bayilik lisansı sahibinin tesislerinde bulunan yaklaşık 50 bin tank ve bu tanklara bağlı her bir pompa, tabanca hem EPDK tarafından hem de bayinin dağıtıcısı tarafından anlık olarak izlenmektedir. Dağıtım firmaları, istasyonlardaki tüm satış ve stok hareketlerini merkezden sürekli olarak izleyebilmekte ve raporlayabilmektedir. Bu sayede bayilerin kayıt dışı ikmali ve sisteme izinsiz müdahalelerinin önüne geçilmektedir. Ayrıca istasyonlardaki akaryakıt satış fiyatları merkezden kontrol edilip, buradan girilen yakıt birim fiyatı istenen tüm pompalara yansıtılabilmektedir.[160]

Şekil 3.3: Bayi Otomasyon Kontrol Paneli[161]

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi kontrol paneli ekranından istasyondaki tüm tankların anlık verileri görüntülenebilir. Tank adı, yakıt türü, stok yüksekliği, doluluk, hacim, tank ısısı, akaryakıt satış fiyatı vb. veriler toplu halde tek bir ekranda yer alır. Otomasyon yazılımı ile istasyonun yakıt ikmal ve stok verileri, pompacı bazında yapılan işlemler,

[160] Aysun Kartal, 27/07/2017 tarihli ve 7204-9 sayılı Kurul Kararının İncelenmesi, Uzman Gözüyle Enerji, 1/3 (2017), S:47
[161] ASİS, https://www.asis.com.tr/petech-pompa-otomasyon-yazilimi.html, Erişim: 09.09.2021

taşıt dolum kayıtları (taşıtın yakıt cinsi, aldığı yakıt miktarı…), fiyat verileri kayıt altına alınır ve eş zamanlı olarak merkeze iletilir. Sistemde tüm hareketlerin kayıt altına alınması sayesinde, geçmişe yönelik verilere kolayca ulaşılabilir.[162]

Depolardan akaryakıt istasyonlarına ürün ikmali karayolu tankerleri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Taşınan akaryakıt, istasyonlara ulaştığında her bir ürün için ayrı olan tanklara doldurulur ve kurulan seviye ölçerli tank otomasyon sistemleri üzerinden ölçümü yapılır. Bayi denetim sistemi bulunmayan veya düzenlemelere uygun kurulmayan bayilere dağıtıcılar tarafından akaryakıt ikmali yapılmaz. Tanklardaki seviye ölçüm sistemleri ile tanklara yapılan her bir ikmalin faturalı ve EPDK'nın belirlediği %3'lük tolerans aralığı içinde olup olmadığı kontrol edilir. Belirlenen tolerans eşiğini aşan farklar ve faturasız ikmaller kayıt dışı ikmal olması ihtimaline karşı incelenerek istasyon takibe alınır. Yasal risk olması durumunda da EPDK'ya bilgilendirme yapılır.[163]

Tankerlerden istasyonlara ikmalin gerçekleştirilmesinden sonra istasyon pompası, köy pompası ve tarımsal amaçlı satış tankeri ile akaryakıtın nihai tüketiciye satışı gerçekleştirilir. Bu satış işlemi gerçekleştirilirken sayaç kullanılması zorunludur. Her bir pompada bulunan otomasyonlu sayaçlar ile EPDK'ya bildirimler yapılmaktadır. Kesintisiz veri iletimini sağlayacak iletişim alt yapısı dağıtıcılar tarafından kurulmaktadır. Bunun yanı sıra tank dolum ve pompa satış verileri her ay konsolide edilerek, her bayi ile EPDK'nın belirlediği tolerans aralığına uygun kriterlerde mutabakat yapılmaktadır.[164]

Stok ve alım satım raporları hazırlanırken hesaplanan yüzdesel oranı ifade eden belirsizlik oranının hesaplanmasına ilişkin usul EPDK tarafından Tablo 3.1'de verildiği şekilde belirlenmiştir.

[162] TURPAK, https://www.turpak.com.tr/tr/cozumler/detay/Genel-Bilgi/48/37/0, Erişim: 09.09.2021
[163] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, https://www.petder.org.tr/
[164] İbid

Tablo 3.1: Belirsizlik Oranı Hesaplaması[165]

A-1a ve A-1b oluşturulurken tank bazında günlük olarak her bir akaryakıt türü için belirsizlik oranı hesaplamalarında aşağıdaki koşullardan en az biri dikkate alınır:

$$K_1 = | S_1 + D - P - S_2 |$$

Bu formüllerde geçen;

K_1: Gün başı stok, dolum ve satış miktarları kullanılarak hesaplanan stok miktarı ile bir sonraki gün başı stok miktarı arasındaki mutlak farkı, (**Birinci Koşul**)
S_1: Gün başı stok miktarını,
D : İlgili tanka dolum miktarını,
P : İlgili tanktan yapılan satış miktarını,
S_2: Bir sonraki gün başı stok miktarını,

$$K_2 = \frac{K1}{| S1 + D - P |} * 100$$

K_2: Hesaplanan stok miktarı ile bir sonraki gün başı stok miktarı arasındaki hata oranını, **(İkinci Koşul)**

Hesaplamalarda belirsizlik oranını;
i) K_1 için en fazla 288 litre,
ii) K_2 için en fazla %3 olarak dikkate alır.

- Koşullardan K_1'i sağlıyor ise K_2 dikkate alınmaz.
- Hesaplanan stok miktarının $| S_1 + D - P |$ sıfır olması durumunda K_2 sağlanmaz.

Binlerce bayiden saatlik veri alınması depolama açısından sorun oluşturacağından ilgili bayi verileri, istasyon otomasyonu aracılığıyla belirlenen usul ve esaslara uygun olarak EPDK'ya günlük bildirilmektedir. Bunun yanında, tanımlanan uzaktan erişim ile bayi hareketleri EPDK yetkilileri tarafından bu sistem üzerinden giriş yapılarak anlık olarak da izlenebilmektedir. Ancak bu veriler EPDK kayıtlarında depolanmamakta, Kurum ihtiyaç halinde bu sisteme erişim sağlamaktadır.

[165] EPDK, Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Kararda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kurul Kararı, R.G. 21/05/2019, S. 30780

EPDK tarafından talep edilen bayi otomasyon sistemine ilişkin bildirimler ve bildirim sıklıkları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Bayi Otomasyon Sistemi Kapsamında EPDK Tarafından Talep Edilen Veri Tabloları ve Otomasyon Sistemi Kılavuzu'nda Belirtilen Tanımları[166]

Tanım Kodu	*Tanım*	*Ulaştırma Türü*	*Uzaktan Erişimle de aynı tabloya ulaşılması gerekli mi?*	*Bildirim/ Veri Sıklığı*	*En Geç Ne Zamana Kadar Yapılması Gerektiği*
A-1a	İstasyon Otomasyon Sistemi	Ağ Hizmeti	Hayır	Günlük	Ertesi günü 23:59'a kadar
A-1b	Düzeltilmiş İstasyon Otomasyon Sistemi	Ağ Hizmeti	Hayır	Günlük	Ertesi ayın 10. günü sonuna kadar
A-2	Tarımsal Amaçlı Satış Tankeri	Ağ Hizmeti	Hayır	Günlük	Ertesi ayın 10. günü sonuna kadar
A-3	Aylık Satış	Ağ Hizmeti	Hayır	Günlük	Ertesi ayın 20. günü sonuna kadar
A-4	Bayi Dış Satış	Ağ Hizmeti	Hayır	Günlük	Ertesi ayın 20. günü sonuna kadar
A-5	Akaryakıt İstasyonu Fiyat Takibi	Ağ Hizmeti	Hayır	Anlık	Her gün başında ve istasyondaki satış fiyatı değiştiği anda
UE-1	Detaylı İstasyon Otomasyon Sistemi Raporu	Uzaktan Erişim	Evet	30 dk sıklıkla	-
UE-4D	Detaylı Günlük Bayi Denetim Raporu	Uzaktan Erişim	Evet	30 dk sıklıkla	-
UE-4T	Detaylı Günlük Bayi Toplu Raporu	Uzaktan Erişim	Evet	30 dk sıklıkla	-
UE-5	Satış Raporu	Uzaktan Erişim	Evet	Anlık	-

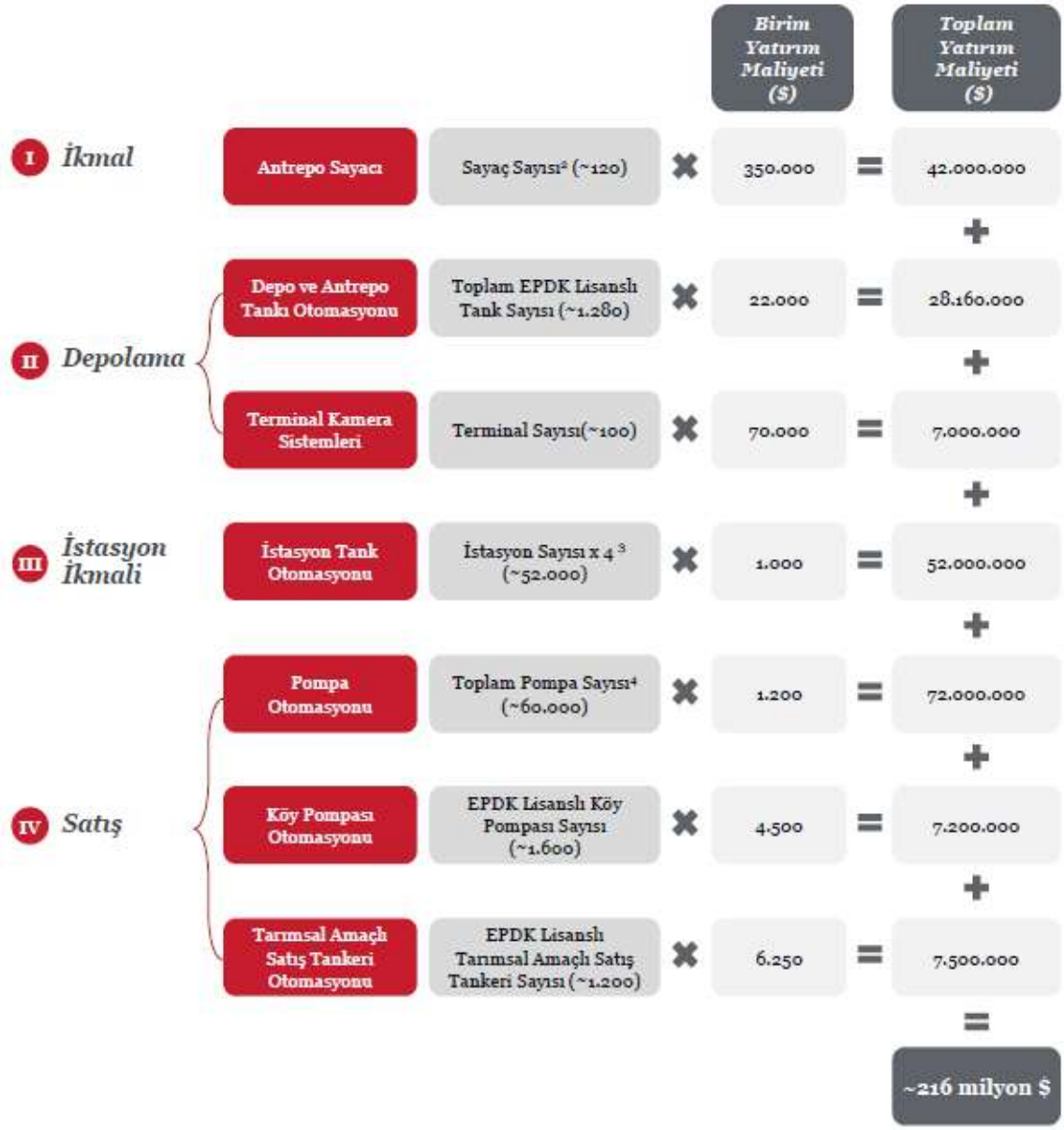
[166] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, R.G. 07/12/2021, S. 31682

E-2	Bayi Köy/Demiryolu Pompası Bilgisi	Bildirim Sistemi	Hayır	Oluşuma Bağlı	Bilgi değişimi olduktan sonra 7 gün içinde
E-4	Tadilat Başlama Beyanı	Bildirim Sistemi	Hayır	Oluşuma Bağlı	Tadilat başlama tarihinden sonra 7 gün içinde
E-5	Tadilat Bitiş Beyanı	Bildirim Sistemi	Hayır	Oluşuma Bağlı	Tadilat bitiş tarihinden sonra 7 gün içinde
E-6	Aykırılık Beyanı	Bildirim Sistemi	Hayır	Oluşuma Bağlı	Aykırılığın tespitinden sonra 24 saat içinde
E-7	Uzaktan Erişim ve Uzaktan Erişim ile Denetim Bilgileri	Bildirim Sistemi	Hayır	Oluşuma Bağlı	Bilgi değişimi olduktan sonra 24 saat içinde

E Kodlu bildirimler "Elektronik İmzalı" olarak bildirim sistemi üzerinden yapılan bildirimleri, A kodlu bildirimler "Ağ/Web Servis" ile dağıtıcılar tarafından yapılan bildirimleri, UE ise "Uzaktan Erişim" ile EPDK tarafından ulaşılan bildirimleri ifade etmektedir. Bu bildirimler kapsamında bayinin lisans bilgileri, tank kapasitesi, bayinin satabileceği akaryakıt türü, gün başı stoku, ilgili tanka yapılan dolum miktarı, ikmalin yapıldığı tankerin plakası, ilgili tank üzerinden yapılan akaryakıt satış miktarı, akaryakıtın temin edildiği yer, akaryakıt istasyonundaki pompa fiyatı, tankın bağlı olduğu pompa ve tabanca numaraları, nihai satışın yapıldığı aracın plaka numarası, hizmet alınan otomasyon şirketi, aykırılığa ilişkin bilgiler gibi faaliyete konu her hususta veri alınmaktadır.[167]

Akaryakıt sektörü rafineri, dağıtıcı ve bayisiyle otomasyon sistemlerinin etkin kurulumu ve çalışması için önemli miktarlarda yatırım ve işletme maliyetlerinde bulunmuştur. PETDER tarafından, dağıtım şirketlerinden alınan bilgiler doğrultusunda hazırlanan rapora göre toplam maliyeti tahmini olarak Şekil 3.4'teki gibidir. (Bu değerlendirmede, her istasyonda ortalama 4 ürün bulunduğu, ürün başına bir tank kullanıldığı ve ortalama 4-5 pompa bulunduğu varsayılmıştır.)

[167] EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, R.G. 07/12/2021, S. 31682



Şekil 3.4: Otomasyon Sistemlerine Yapılan Toplam Yatırım ve Operasyon Maliyetleri[168]

Otomasyon sisteminin kurulum maliyetlerine karşılık sektöre kazandırdığı avantajlar göz ardı edilemeyecek boyutlardadır. Bayi otomasyon sistemi sayesinde yıllık 1-2 milyon ton civarında yasadışı akaryakıtın yasallaştırıldığı, bunun sonucu olarak da yıllık 4-5 milyar TL vergi kazancı yaratıldığı düşünülmektedir. Sektörde uzun yıllar problem yaratan bu yasadışı akaryakıt kullanımının azaltılması ile dağıtıcı şirketler ve bayiler arasında haksız rekabete sebep olacak faaliyetler önlenmiştir. Bu sayede daha adil bir piyasa yapısı oluşmuş ve buna bağlı olarak da nihai tüketicinin güveni ve memnuniyeti

[168] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, https://www.petder.org.tr/, S.5

artırılmıştır.[169] Ayrıca, otomasyon sistemleri mevcut duruma dair bilgiler ortaya koyduğundan depo, tanker, hat ve pompa sızıntıları gibi sorunların erken tespit edilmesini sağlayarak oluşabilecek hasarların en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır.[170]

3.3.2.2. Tank Otomasyon Sisteminin İşleyişi

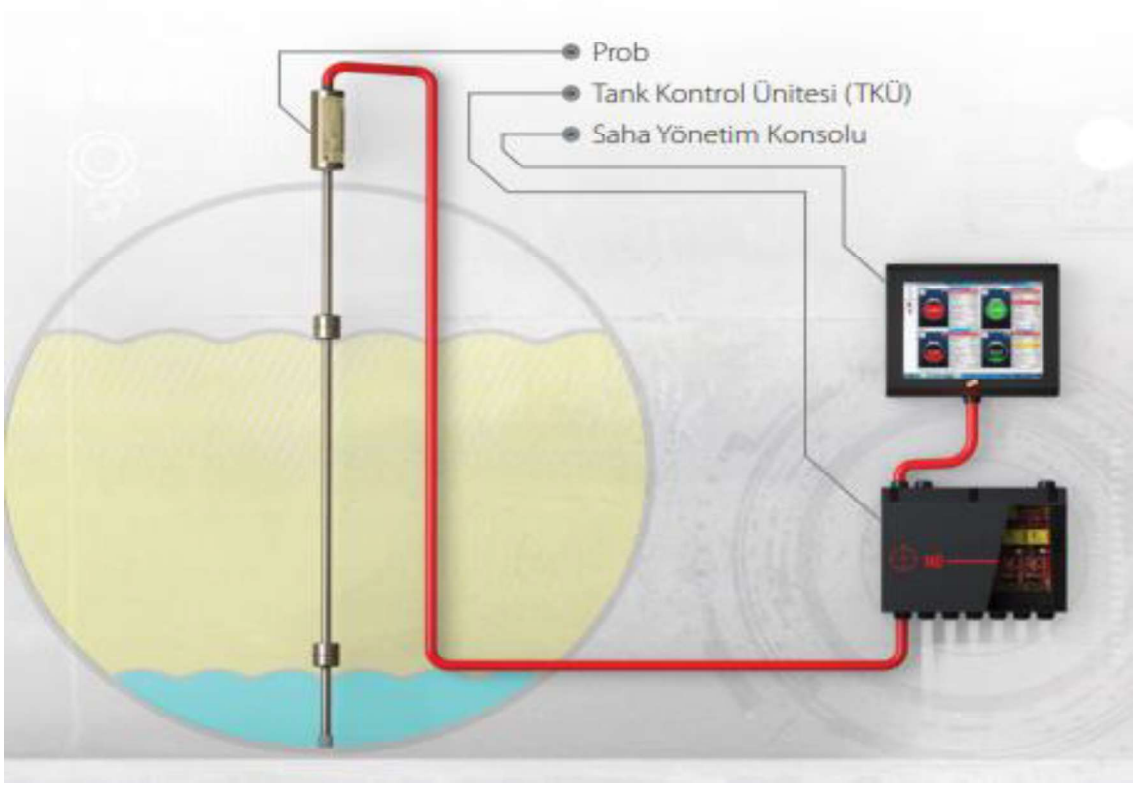
Bayi otomasyonuna benzer bir yapıya sahip olan tank otomasyonu, piyasada faaliyet gösteren dağıtıcı, depolama, rafinerici lisans sahiplerinin daha etkin bir biçimde izlenmesi ve denetlenmesi amacıyla bahse konu lisans sahiplerinin tanklarındaki ürünlerin, elektronik tank seviye izleme sistemleri vasıtası ile ölçülmesi sonucunda elde edilen verilerin güvenli bir şekilde depolanmasını ve belirlenen usul ve esaslara göre EPDK'ya gönderilmesini sağlayan sistemdir. Tank otomasyonu sayesinde depolama lisansı sahipleri ve alt başlığında depolama faaliyeti yer alan dağıtıcı lisansı sahipleri ile rafinerici lisansı sahiplerinin tesislerinde yer alan yaklaşık 1000 kadar tank, lisans sahipleri ve EPDK tarafından neredeyse anlık olarak izlenmektedir.[171]

Petrol piyasasının verimli bir şekilde izlenmesi ve denetlenmesi için bayi denetim sisteminin tek başına yeterli olmadığı, depolama faaliyetinde bulunan piyasa oyuncularının petrol stoklarının da daha etkin bir şekilde takip edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Bu kapsamında EPDK tarafından yürütülen çalışmalarda halihazırda bahse konu lisans sahiplerinin %91'inin, kendi ürünlerini takip edebilmek, stok durumlarını izlemek üzere kurulu elektronik tank ölçüm sistemi ve tank otomasyonu bulunduğu ve bu sistemler vasıtasıyla elde edilen verilerin EPDK'nın ihtiyaç duyduğu bilgilerle paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, Stok İzleme Sistemi'nin sektöre ek bir maliyet oluşturmadan uygulamaya konulmasını sağlamıştır.[172]

Bu uygulama kapsamında petrol depolama tanklarına monte edilen elektronik ölçüm sistemleri ve otomasyon panellerinin kurulumuna ilişkin şema Şekil 3.5'te verilmiştir.

---

[169] İbid
[170] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, https://www.petder.org.tr/
[171] PETDER, Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, https://www.petder.org.tr/
[172] Bekir Oray Güngör, Aysun Kartal, S:43



Şekil 3.5: Tank Otomasyonu Sistem Şeması[173]

Tank otomasyonu sayesinde depolama tankları içerisindeki tüm faaliyetler (anlık tank envanteri, dolumlar ve tankta oluşan alarmlar) üzerinde tam kontrol sağlanmaktadır. Probe, radar gibi elektronik ölçüm sistemleri ile tanklardaki su ve yakıt seviyesi hassas bir şekilde ölçülür. Ayrıca tankın içindeki birçok noktadan sıcaklık ve basınç ölçümleri yapılır. Tank otomasyon yazılımı sayesinde tanktaki yakıt miktarı online olarak hesaplanır. Tüm dolumlar ve tank doluluk oranları kayıt altında tutulur. Tüm kayıtlı tank bilgileri, günlük açılış ve kapanış stok verileri sistem tarafından bir araya getirilerek merkeze gönderilir. Kayıt tutulması sayesinde geçmişe yönelik verilere kolayca ulaşılabilir ve elde edilen veriler birçok parametreye göre raporlanabilir. Günlük satış verileri ve istatistiklere dayanarak, kalan yakıt için tahmini satış süresi hesaplanarak stok sahipleri tarafından envanter planlaması yapılabilir. Tank otomasyon yazılımları ile problar arasında milisaniye derecesindeki haberleşme sayesinde anlık veriler alınarak eş zamanlı olarak merkeze gönderilir. [174] Merkezde raporlanan veriler yarım saatlik aralıklar ile EPDK'ya bildirilir. Böylece çift taraflı denetim ve kontrol sağlanır.

[173] ASİS, https://www.asis.com.tr/tank-otomasyon-sistemleri/, Erişim: 09.09.2021
[174] ASİS, https://www.asis.com.tr/tank-otomasyon-sistemleri/, Erişim: 09.09.2021

7204-9 sayılı Karar'da "*Tank ölçüm sisteminin anlık olarak elektronik veri oluşturabilmesi ve veriyi tank otomasyon sistemlerine kesintisiz aktarabilmesi durumu*" sistemin "*çevrim içi*" olması şeklinde tanımlanmıştır. Tank ölçüm sistemi, çevrim içi olduğunda tanka petrol ikmali yapılabilmektedir. Yapılan incelemelerde tanktaki mevcut petrol miktarının, tank ölçümü sırasında sistem dışı faktörlerden kaynaklı olarak %2 oranına kadar sapma gösterebileceği belirlenmiş, buna bağlı olarak petrol miktarının %2'den daha fazla sapma gösterdiği elektronik veriler hatalı veri olarak kabul edilmiştir. Sistemin çevrim içi olmamasından ya da hatalı veri oluşmasından kaynaklanan arızalar depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin sorumluluğundadır. Tank ölçüm ve otomasyon sisteminde oluşan bu arızalar, ilk arızanın meydana geliş tarihinden itibaren en geç 5 gün içerisinde giderilir.[175]

EPDK'dan lisans alan yetkililer tarafından, depolama faaliyetleri kapsamında sahip oldukları tanklara kurulu tank ölçüm sistemleri vasıtasıyla elde edilen veriler tank otomasyonuna aktarılır. Bu veriler, hem lisans sahiplerinin kendi faaliyetlerini izlemesi ve mevcut stok durumlarını takip etmesi adına yetkililer tarafından incelenir hem de talep edilen raporlara dönüştürülerek web servisi üzerinden EPDK'ya bildirilir. Bu veri aktarımını gerçekleştirilebilmesi için EPDK tarafından lisans sahibine bir kullanıcı adı ve şifre verilir. Yapılan bildirimlerdeki verilerin doğruluğu yetkililer tarafından raporlar arası oluşturulan çapraz kontrollerle düzenli olarak kontrol edilir.[176]

EPDK tarafından talep edilen tank bazındaki bildirimler ve bildirim sıklıkları Tablo 3.3'te verilmiştir.

[175] EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar, RG. 01/08/2017, S. 30141
[176] EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar Ek-1, RG. 01/08/2017, S. 30141

Tablo 3.3: Tank Otomasyon Sistemi Kapsamında EPDK Tarafından Talep Edilen Veri Tabloları ve Otomasyon Sistemi Kılavuzu'nda Belirtilen Tanımları[177]

Bildirim Kodu	*Bildirim İsmi*	*Kurum'a Ulaştırma Türü*	*Bildirim Sıklığı*	*En Geç Ne Zamana Kadar Yapılmalı*	*Yükümlü Lisans Sahibi*	*Düzeltme/ Güncelleme Yapılabilir mi?*
Dep-1	Detaylı Tank Otomasyon Sistemi	Ağ Hizmeti	30 dk sıklıkla	Veri zamanından itibaren 24 saat içerisinde	Depolama Faaliyetinde Bulunan Lisans Sahipleri	Süresi bitene kadar güncelleme yapılabilir.
Dep-2	Depolama Hizmeti	Ağ Hizmeti	Günlük	Gün sonuna kadar	Depolama Faaliyetinde Bulunan Lisans Sahipleri	Süresi bitene kadar güncelleme/silme yapılabilir.
DR	Petrol Stoku	Ağ Hizmeti	Günlük	Gün sonuna kadar	Rafinerici ve Dağıtıcı Lisans Sahipleri	Süresi bitene kadar güncelleme/silme yapılabilir.
K	Kupon Hizmeti	Ağ Hizmeti	Günlük	Gün sonuna kadar	Rafinerici, Dağıtıcı ve İhrakiye Teslimi Lisansı Sahipleri	Süresi bitene kadar güncelleme/silme yapılabilir.

Tablo 3.3'te de belirtildiği üzere depolama faaliyetinde bulunan lisans sahipleri, her bir tanktan fiziksel ölçüme dayalı olarak elde edilen ürün verilerini "Dep-1 Detaylı Tank Otomasyon Sistemi" bildirimi kapsamında yarım saatlik aralıklar ile EPDK'ya gönderirler. Dep-1 bildirimi ile lisans sahiplerinden Tank Numarası, Petrol Türünü belirten GTİP Numarası, Tanktaki Stok Miktarı ve Tank İçi Sıcaklık (°C) hususunda bilgi talep edilir. "Dep-1 Detaylı Tank Otomasyon Sistemi" verilerinin, tank bazında birbirini takip eden 10 gün boyunca Kurum'a bildirilmemesi durumunda, bu aksaklık giderilene kadar tanklara petrol ikmali ve tanklardan petrol tahliyesi yapılamaz.[178]

[177] İbid
[178] EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar Ek-1, RG. 01/08/2017, S. 30141

Otomasyon sisteminden alınan stok raporları ile depolama şirketlerinin mevcut stoklarına dair günlük olarak da bildirim yapılmaktadır. "Dep-2 Depolama Hizmeti" bildirimi ile depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin depolarında gün sonuna kadar bulunan akaryakıtın hangi lisans sahibine ait olduğu takip edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda lisans sahiplerinden; tesiste petrolü bulunan dağıtıcı ya da rafinericinin Ticari Unvanı ve Lisans Numarası, tankta bulunan petrolün GTİP Numarası, petrolün serbest dolaşımda olup olmadığına dair Gümrük Durumu ve ilgili tarihte saat 00:00:00'da tesiste petrolü bulunan kişinin petrol türü miktarı hakkında veriler talep edilir.[179]

"Dep-2 Depolama Hizmeti" bildiriminin çapraz kontrolünü sağlayacak olan "DR - Petrol Stoku" bildirimi rafinerici ve dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından yapılan ve depolama tesislerinde kendilerine ait ne kadar ürün bulunduğuna ilişkin verilerin gönderildiği rapordur. "DR - Petrol Stoku" bildirimi ile depolama hizmeti alan rafinerici veya dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından hizmeti aldıkları şirketin Ticari Unvanı, petrolün depolandığı tesisin Lisans Numarası, petrol türünün GTİP Numarası, Gümrük Durumu ve ilgili tarihte saat 00:00:00'da gemide veya depolama hizmeti veren lisans sahibinde bulunan petrol türü miktarı EPDK'ya bildirilir.[180]

Sadece kupon hizmeti veren lisans sahipleri (Rafinerici, Dağıtıcı ve İhrakiye Teslimi Lisansı Sahipleri) tarafından yapılan "K-Kupon Hizmeti" bildirimi ile kupon hizmeti verilen kişinin lisansı ve kupon hizmeti kapsamında verilen petrol türünün GTİP numarası ve miktarı hususunda veri paylaşımı yapılır.[181]

Tank otomasyon sisteminin uygulamaya konulmasıyla birlikte ithalattan pompadan nihai tüketiciye yapılan satışa kadar petrolün her adımını kesintisiz ve eksiksiz bir şekilde izlenmesi amaçlanmış, bu doğrultuda bayi ve tank otomasyonun birleştiği bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Tablo 3.1'de verilen "A3-Aylık Satış" bildirimi bu çalışmanın örneklerinden biridir. Bu bildirim ile dağıtıcının sevk ettiği akaryakıtın hangi tesisten çıktığı ve ürünün bayinin hangi satış noktasına sevk edildiği bilgileri talep edilmektedir. Bu noktada, A3 tablosu ile iletilen bu bilgiler tank otomasyon sistemi kapsamında iletilen bilgiler ile birleştirildiğinde, dağıtım aşamasında bayinin

[179] EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar Ek-1, RG. 01/08/2017, S. 30141
[180] İbid
[181] İbid

istasyonlarındaki tanklarına ikmal ettiği ürünün dağıtıcı lisansı sahibince hangi depolama tesisinin hangi tankından çıkarıldığı bilgisine kadar ulaşılabilmekte, lisans sahiplerince Kuruma beyan edilen bilgilerin doğruluğu da böylelikle teyit edilebilmektedir.

Bayi otomasyonunun aksine tank otomasyonunda EPDK'ya açılmış bir uzaktan erişim sistemi bulunmamaktadır. Tank otomasyonunda bayi otomasyonuna kıyasla oldukça az bir sayıdaki tanktan veri alındığı için bunların bildirim kapsamında daha sık aralıklarla temin edilmesi ve Kurum sisteminde depolanması mümkün olabilmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. LPG PİYASASINDA OTOMASYON SİSTEMİ KURULMASI

Bu bölümde yapılan değerlendirmeler petrol piyasasında uygulanmakta olan otomasyon sistemlerinin incelenmesi, LPG sektör paydaşları ile yapılan görüşmeler, hali hazırda otomasyon sistemi kurulu olan LPG tesislerinde yapılan incelemeler ve mevcut otomasyon şirketlerinden alınan bilgiler ışığında yapılmıştır.

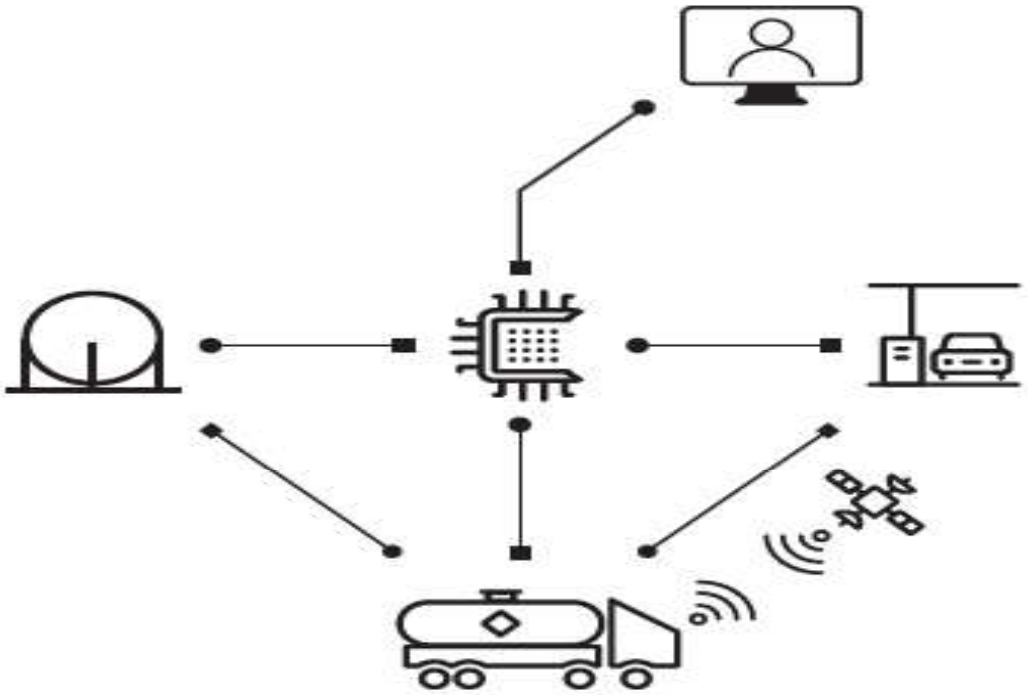
4.1. LPG Piyasasında Otomasyon Sisteminin Gerekliliği

Otogazlı araç sayısında %15,9 ve otogaz istasyon sayısında %13,8'lik pay ile birinci sırada yer alan Türkiye, yıllık 4 milyon tonluk tüketimiyle dünyanın en büyük LPG pazarlarından birine sahiptir.[182] Türkiye'de 10 yılda otogaza olan talep yüzde 46 oranında artarken, 2020 yılında sıfır kilometre LPG'li araç satışları bir önceki yıla nazaran üç kat artmıştır.[183] Binlerce dönüşüm firması ile de sektörün istihdama olan katkısı giderek büyümektedir. Ancak daha önce de bahsedildiği üzere, bu kadar büyümüş ve gelişim göstermiş bir piyasa yapısı halen daha beyan usulüne dayanan ve asgari bir aylık süreler için bilgi temin edilebilen yöntemlerle izlenmektedir. Dolayısıyla, bu bilgi düzeyi günümüz koşullarında ihtiyacı yeterince karşılayamamaktadır.

5307 sayılı LPG Piyasası Kanunu'nun amaç ve kapsam başlıklı 1 inci maddesinde yer alan *"Bu Kanunun amacı, yurt içi ve yurt dışı kaynaklardan temin olunan sıvılaştırılmış petrol gazlarının güvenli ve ekonomik olarak rekabet ortamı içerisinde kullanıcılara sunumuna ilişkin piyasa faaliyetlerinin şeffaf, eşitlikçi ve istikrarlı biçimde sürdürülmesi için gerekli düzenleme, yönlendirme, gözetim ve denetim faaliyetlerinin yapılmasını sağlamaktır."* hükmü kapsamında EPDK tarafından adil, öngörülebilir ve rekabetçi piyasa yapısının sağlanabilmesi için doğru bilgiye zamanında ulaşılması, piyasa faaliyetlerinin daha kapsamlı ve etkin bir biçimde izlenmesi gerekmektedir.[184]

[182] WLPGA, Statistical Review of Global LPG
[183] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), https://www.tuik.gov.tr/, Erişim: Erişim: 09.10.2021
[184] 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754

LPG piyasasında faaliyet gösteren rafinerici, dağıtıcı, depolama ve bayilik lisansı sahiplerinin piyasa faaliyetlerinin petrol piyasasında uygulanan izleme sistemine benzer bir mekanizma ile takip edilmesi, ihtiyaç duyulan kapsamlı izleme yapısının sağlanmasında etkili olacaktır. Bu amaçla otomasyon sistemi, hem benzer yapıdaki bir sektör olan petrol piyasasında uygulanarak olumlu sonuçlar vermesi, hem de kamuya olduğu kadar sektör paydaşlarına da büyük yararlar sağlamış olması nedeniyle LPG piyasası için de iyi bir örnek niteliğindedir.



Şekil 4.1: LPG Süreçlerinin Anlık Takip Şeması[185]

Otomasyon sistemi, web üzerinden online süreç takibinin ve raporlamasının yapılmasına olanak sağlayan bir uygulamadır. Bu uygulama; üretim ya da ithalattan depolama terminaline, terminalden tankere, tankerden istasyona ve oradan da nihai tüketiciye ulaşana kadar LPG'nin tüm akış sürecinin anlık olarak izlenebilmesini sağlayacaktır. Otomasyon sistemi ile insan hatasından kaynaklı aksaklıklar en aza indirilirken, güvenli dağıtım ve denetim sağlanabilecek, yapılan faaliyetler ve stok hareketleri kayıt altında tutulabilecektir. Sistem bilgisayar ekranı üzerinden online olarak izlenebileceğinden denetimi kolaylaştıracaktır. Elektronik ölçüm sistemleri sayesinde rafineri, depolama, dağıtıcı ve bayi lisansı sahiplerinin kullanımındaki tüm tanklarda daha

[185] https://www.turpak.com.tr/tr/cozumler/detay/Istasyon-Cozumleri/349/756/0, Erişim: 09.10.2021

hassas ölçümler yapılabilecektir. Sahadaki ekipmanlar tarafından ölçülen değerlerin (hacim, yükseklik, yoğunluk, miktar, sıcaklık, basınç vb.) fiziksel olarak aynı anda tek tek izlenmesi çok zor ve zahmetli olduğundan tüm bunların aynı anda tek ekranda izlenebilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca sisteme yapılan müdahaleler de kayıt altına alınabilecektir.[186]

Otomasyon sistemi sayesinde düzenleyici ve denetleyici kurum olan EPDK, LPG piyasasının düzenli olarak izlenmesi imkanına kavuşacaktır. Piyasadaki LPG stoklarının günlük ya da anlık takibi, EPDK'ya düzenleme yapma ve öngörülebilirlik imkânı sağlayacaktır. Ülkemizdeki lisanslı tüm LPG depolarının ve rafineri tesislerindeki tüm depoların uzaktan izlenmesi stok yükümlüğünün ve kupon hizmetinin takip edilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sistem ile ülkemizdeki LPG stoklarının sürekli olarak izlenmesi ve zorunlu stok mevcudiyetinin kısa zaman aralıklarında takip edilmesi mümkün olabilecektir.

Otomasyon sistemlerinin uygulamaya geçirilmesi ile LPG, her aşamada takip ve denetim altında tutulabilecektir. Bu sayede ülkeye yasal yollardan girmeyen ürünün piyasa faaliyetlerine konu olması önemli ölçüde engellenebilecek ve LPG kaçakçılığından kaynaklanan haksız rekabetin piyasa yapısını bozarak tüketici memnuniyetini düşürmesi önlenecektir. Ayrıca piyasa faaliyetleri sürekli olarak izleneceğinden içerik olarak benzer nitelikteki LPG türlerinin, aralarında uygulanan ÖTV farkından faydalanmak için birbiri yerine ikame ürün olarak kullanılması önlenebilecektir. Böylece kötü niyetli sektör oyuncuları tarafından haksız kazanç elde edilmesi ve vergi kaçırılmasının önüne geçilebilecektir.

Otogaz istasyonlarında halihazırda kurulu bir takip mekanizması olmaması nedeniyle bayi faaliyetlerine ilişkin EPDK kayıtlarında kapsamlı ve yeterli bilgi bulunmamaktadır. Sadece, LPG dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından yapılan "İller Bazında Satış" bildirimi kapsamında dağıtıcıların bayilerine yapmış oldukları aylık LPG satış miktarına ulaşılabilmektedir. Otomasyon sistemi ile istasyon bazında yürütülen tüm faaliyetler, satış ve stok hareketleri, anlık satış fiyatları dağıtıcı firmalar tarafından izlenebilecek, EPDK'nın ihtiyaç duyduğu tüm bilgilere de anlık olarak erişilebilecek ve

[186] SGE Mühendislik, Otomasyon Uygulamaları, https://www.sge.com.tr/hizmetlerimiz-enerji-ve-sayac-otomasyonu---iso50001-107.html, Erişim: 09.10.2021

bu bilgiler diğer kamu kurum ve kuruluşları ile de paylaşılabilecektir. Bu sayede bayilerin rekabet bozucu eylemleri önlenebilecek, kayıt dışı ikmal ve kaçak akaryakıt satışlarının önüne geçilebilecektir. Ayrıca bayi otomasyonları, LPG tankerlerinin izlenmesini de içerdiği için araç ve tankerlerin uzaktan takibi ve acil durumlarda araçlara/tankerlere müdahale edilmesi mümkün olabilecektir.

Terminalden tankerlere yapılan dolumun yanı sıra, tankerlerin hangi istasyona ne kadarlık LPG ikmali yapacakları ve istasyonlardaki LPG dolum işlemleri de tam kontrol altına alınabilecektir. Anlık olarak dolum ve değişim (deviasyon) görüntülemesi sayesinde, tank kapasiteleri takip edilebilecek ve buna istinaden sipariş yönetimi oluşturulabilecektir. Ayrıca dağıtıcılar tarafından istasyonun yakıt tüketim periyoduna göre ikmal planı oluşturulabilecektir. Böylece istasyonların elinde ürün kalmamasından dolayı satış yapamama riskinin önüne geçilebilecektir. LPG satış verileri dağıtıcılar tarafından da sürekli olarak izlenebileceğinden, rekabet koşulları dikkate alınarak bayilere dağıtıcıları tarafından tavsiye fiyatlar sunulabilecektir.[187]

Otomasyon sistemi dahilinde bulunan sensörler ve seviye uyarıları sayesinde arıza riski olan noktalar önceden tespit edilerek önlem alınabilecektir. Arıza gerçekleşmesi durumunda da anında haberdar olunarak bu noktalara hemen müdahale edilebilecek ve bu bölgelerin izole edilmesi sağlanabilecektir. Otomasyon, gaz alarm seviyelerini görme ve yangın riskini azaltma noktasında direkt fayda sağladığı gibi yangına müdahale anında yangın yönetimi açısından faydalı ve etkin bir şekilde kullanılmaktadır. LPG tanklarındaki depolama standartları göz önünde bulundurulduğunda (tankın %85'ini aşmayacak seviyede LPG dolumu yapılması) tanktaki ürün üst seviyesinin bilinmesi güvenlik anlamında önemli fayda sağlayacaktır.[188]

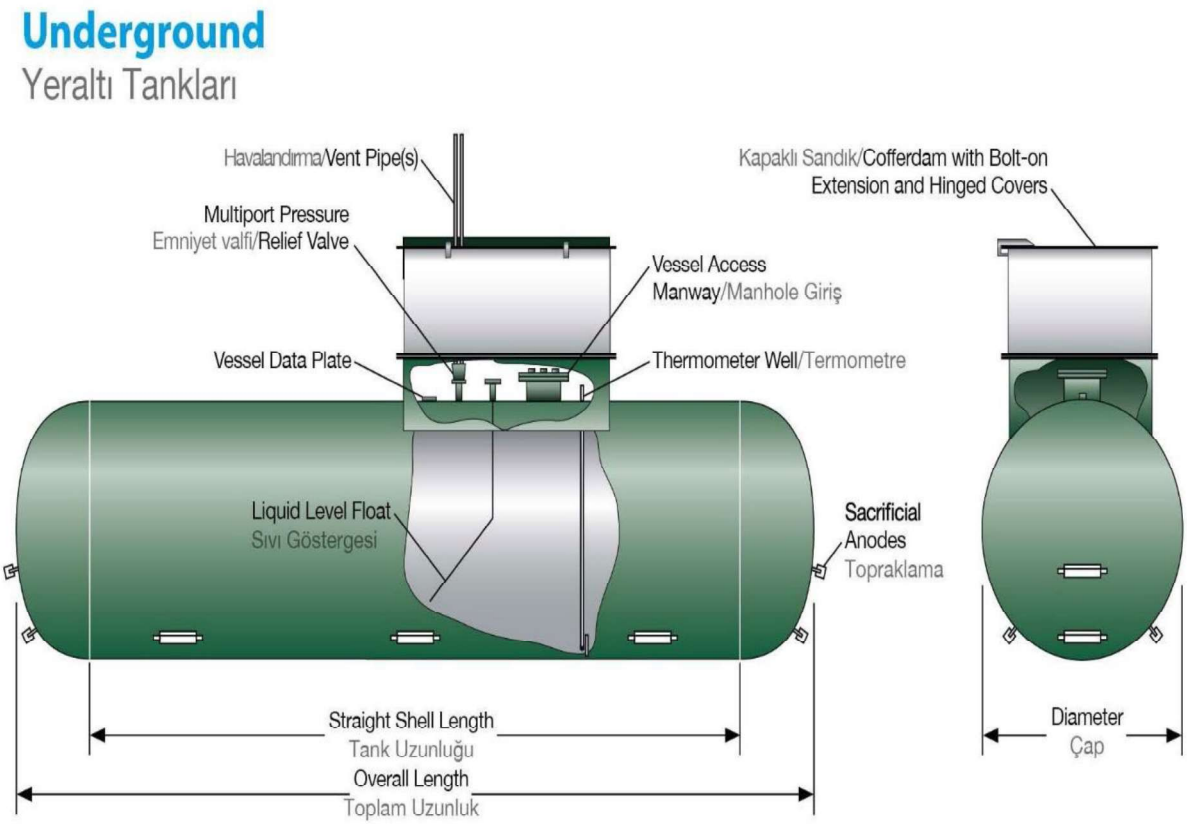
4.2. LPG Tanklarında Kullanılacak Seviye Ölçüm Sistemleri

4.2.1 LPG Depolama Tanklarının Özellikleri ve Mevcut Ölçüm Sistemleri

LPG tankları, LPG'nin depolanacağı çelikten yapılmış, atmosfere kapalı kaplardır. Bu tanklar basınçlı kaplar statüsünde olup LPG'yi emniyetli olarak muhafaza edebilmesi için azami 115 atmosfer gaz basıncına ve dış etkenlere dayanıklı olarak

[187] https://www.turpak.com.tr/tr/cozumler/detay/ForeLPG-Cozumleri/346/753/0, Erişim: 09.10.2021
[188] ASİS Otomasyon, https://www.asis.com.tr/tank-otomasyon-sistemleri/,Erişim: 09.10.2021

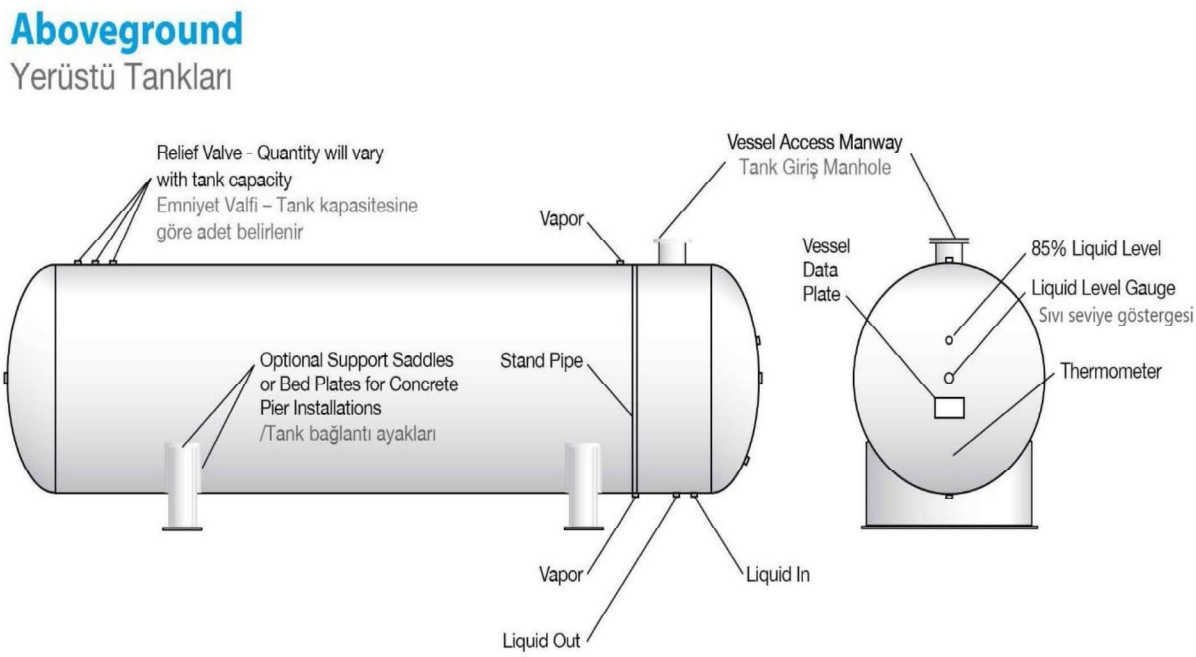
üretilirler. Ülkemizde stok tankları yer üstü küresel tank, yer üstü ve yer altı silindirik tank ya da örtülü silindirik tank olarak inşa edilmişlerdir. EPDK kayıtlarına göre; lisansa kayıtlı 858 adet LPG tankı bulunmakta olup, 148 tanesi küre tank ve 710 adet yatay silindirik tank bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye'de (Rafinerici altında bulunan LPG tankları hariç) lisansa kayıtlı toplam LPG tank kapasitesi 739.555,702 m^3 olmakla birlikte bu kapasitenin 611.175 m^3'ü küre tanklara aittir.[189]



Şekil 4.2: Yer Altı LPG Stok Tankı[190]

Şekil 4.2'de yer alan yer altı tankları, gövde üst yüzeyi toprak seviyesinden minimum 15 cm, maximum 30 cm altında, tank kapağı ise kısmen toprak üstünde kalacak şekilde monte edilen silindirik tanklardır. Yer altı tankları korozyona dayanabilmesi için yüksek epoksi astarlı boyalar ile boyanırlar.[191]

[189] EPDK, SERGİ Raporları, http://sergi.epdk.org.tr, Erişim: 08.08.2021
[190] https://www.ettgas.com/urun/stoklama-tanki, Erişim: 08.08.2021
[191] BRC, LPG Depolama Tankı, https://www.brcturkiye.com, Erişim: 08.08.2021



Şekil 4.3: Yer Üstü LPG Stok Tankı[192]

Şekil 4.3'te gösterilen yer üstü tankları ise, her tarafı yer seviyesinin üstünde ve standartlara uygun taşıyıcı ayaklar üzerine monte edilmiş silindirik ya da büyük küre tanklardır. Küre tankların hacimleri 1.000 m^3 ile 5.000 m^3 arasında değişmektedir. Silindir tank kapasiteleri ise çoğunlukla 115 m^3 ile 180 m^3 arasında değişmektedir. Tankların tüm yüzeyi güneş ışığını yansıtması için beyaz renkli boya ile kaplıdır.[193]

Standart bir LPG depolama tankında aksesuar olarak menhol (tank kapağı), sıvı dolum valfi, aşırı akım valfi, emniyet valfi, manometre (basınç ölçer), termometre ve seviye göstergesi bulunmaktadır. Sıvı dolum valfi ürün ikmalinin gerçekleştirildiği yerdir. Aşırı akım valfi, aşırı akışı kontrol eder. Dolum veya ikmal esnasında herhangi bir nedenden dolayı boru veya hortumun delinmesi, kopması gibi durumlarda gaz çıkışını keserek emniyeti sağlar. Emniyet valfi ise, dolum limitini ayarlar, pompa basıncının fazlasını (set edilen basıncın üzerindeki basıncı) tanka sevk ederek boruların ve tesisatın emniyetini sağlar. Tank seviye göstergesi tank üzerinden analog olarak rahatlıkla görülebilecek şekilde monte edilir. Tank likit seviyesi minimum seviyeye düştüğünde ve %80-85 doluluk seviyesine ulaştığında uyarı verir.[194]

[192] https://www.ettgas.com/urun/stoklama-tanki, Erişim: 08.08.2021
[193] BRC, LPG Depolama Tankı, https://www.brcturkiye.com, Erişim: 08.08.2021
[194] İbid

Elektronik tank ölçüm sistemi ve otomasyon bulunmayan küre tanklarda, şamandıralı seviye ölçüm sistemleri kullanılmaktadır. Tanklardaki yakıt seviyesinin yanı sıra, basınç ve sıcaklık sensörleri ile alınan bilgiler bilgisayara aktarılarak seviye ölçüm sistemi tedarikçisinin sağladığı yazılım vasıtasıyla tanklardaki LPG miktarı ölçüm hassasiyeti dahilinde hesaplanır. Tank otomasyon sistemi için teknik gereklilikleri yüksek oranda sağlayan küre tanklara karşın, EPDK tarafından yapılan incelemelerde silindir tank bulundurulan tesislerde seviye ölçümü için çoğunlukla manuel bir sistem olan "Rotogauge (Rego)" ya da Magnatel Rochester (Manyetik Ölçme Sistemi) araçlarının kullanıldığı tespit edilmiştir. "Rotogauge" den alınan seviye bilgisi tank ürün sıcaklığı ve basıncı da dikkate alınarak tank kalibrasyon tablosundan hacme dönüştürülmekte, tanktan alınan LPG numunesinin yoğunluğu da dansimetre ile ölçüldükten sonra tanktaki LPG miktarı hesaplanmaktadır. Dolayısıyla bu manuel sistem üzerinden sürekli ölçüm yapılması ve tanktaki ürün seviyesinin otomasyon sistemi kapsamında anlık olarak izlenmesi mümkün olmamaktadır.

4.2.2 Elektronik LPG Seviye Ölçüm Sistemleri

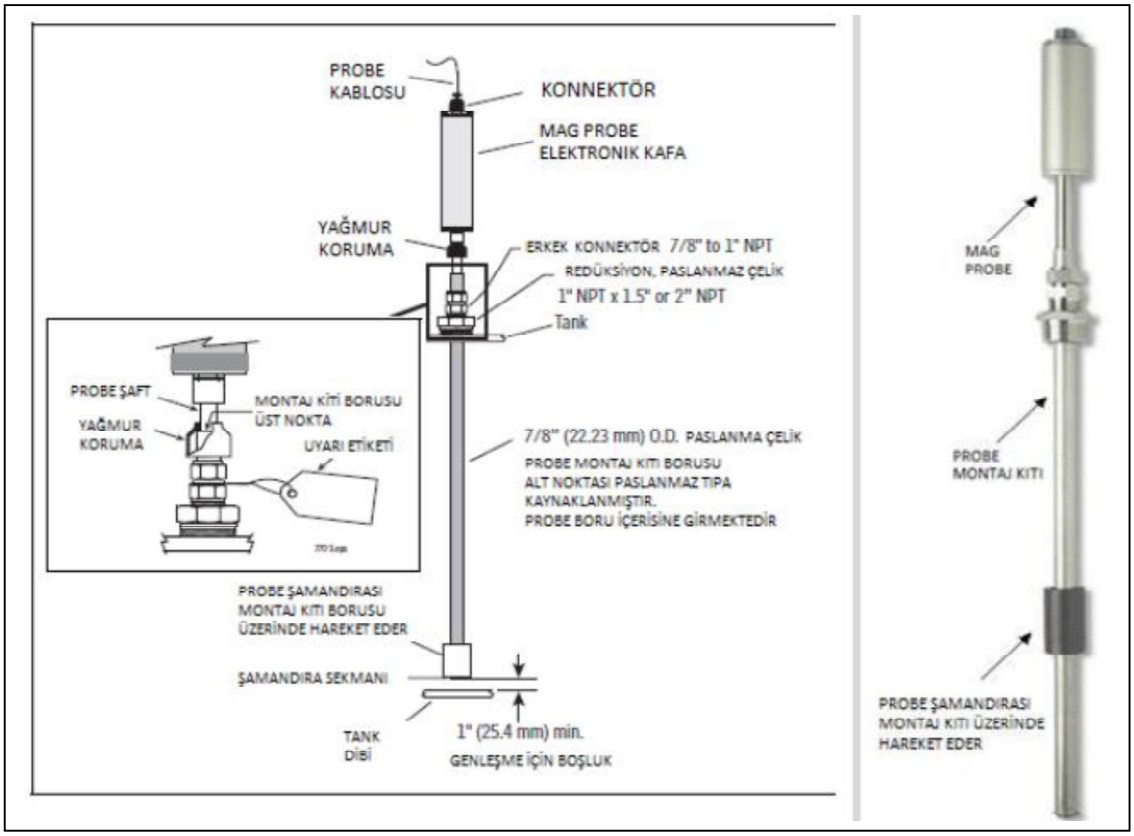
Tanklardaki ürün durumunun sürekli olarak ölçülebilmesi ve otomasyon sistemine düzenli ve doğru veri aktarımının sağlanması için LPG tanklarında akaryakıt tanklarında olduğu gibi hassas sıvı seviye ölçümü yapan, elektronik ölçüm sistemleri kullanılmalıdır. LPG tank seviye ölçümü için mevcutta Radar (Yüksek Frekanslı Mikrodalga Puls), Probe, Manyetik Seviye Göstergesi gibi sistemler kullanılmaktadır.[195]

Manyetik seviye göstergeleri, tanktan ölçtüğü verileri panele verici vasıtasıyla gönderen, diğerlerine kıyasla daha ekonomik bir çözümdür. Ancak bu sistemlerin ölçümlerindeki hata payı diğerlerine göre daha fazladır.

Şekil 4.4: Manyetik Seviye Göstergesi[196]

[195] Otomasyon şirketlerinin hizmetleri ve mevcut durumda kullanılan ölçüm sistemlerinin incelenmesi sonucunda tespit edilmiştir.
[196] Maru LPG Solutions, https://marutr.com/tr/urunler/lpg-tank-otomasyonu/, Erişim: 09.10.2021

Manyetik seviye göstergesi, sıvı kaldırma kuvveti ile elektromanyetiğin çekme ve itme ilkelerini bir arada kullanan bir sistemdir. Manyetik seviye göstergesinin gövdesinde manyetik şamandıra mevcuttur. Bu manyetik şamandıra sıvıyla beraber aşağı ve yukarı hareket ederken şamandıranın içinde bulunan mıknatıs sistemi sıvı seviye değişimlerini takip eder. Seviyenin takip edilebilmesi için, dış yüzeye yerleştirilmiş kırmızı ve beyaz renkli flapler bulunmaktadır. Şamandıranın sıvıyla beraber aşağı ve yukarı hareket etmesi ile flapler kırmızıdan beyaza veya beyazdan kırmızıya dönerek seviyenin durumunu izlemeye olanak tanımaktadır.[197]



Şekil 4.5: LPG Probe[198]

Şekil 4.5'te ayrıntılı olarak gösterilen probe ölçüm aracı, arşimed prensibine göre çalışarak hassas ölçümler yapmayı sağlar. Probe boyunca hareket eden manyetik yüzük düzgün ve kesin bir ölçüm sonucu verir. Üzerinde yer alan sıcaklık ve basınç sensörleri sayesinde tank içi ürün sıcaklığı ve basınç birkaç noktadan en doğru şekilde ölçülür. Alınan ortalama sıcaklık değerine istinaden, sıcaklık faktörü ile düzeltilmiş

[197] RST Ölçü Kontrol Teknolojileri, https://www.rst-elektronik.com/blog/manyetik-seviye-gostergesi, Erişim: 25.12.2021
[198] TORA Petrol, https://torapetrol.com/lpg-tank-otomasyonu/, Erişim: 09.10.2021

hacim bilgisi hesaplanır ve kaydedilir. Probe, tank otomasyon sistemi ile güvenli bir iletişim mekanizmasına sahiptir.[199]

Şekil 4.6'da gösterilen radar sistemi ise en hassas ölçüm yapan seviye ölçüm sistemidir. Yüksek frekanslı mikrodalga atımları kullanarak milimetrik hassasiyette ölçümler yapar. Hareketli parçası bulunmadığı için kir veya korozyonun sebep olduğu mekanik sorunları ortadan kaldırır. Verileri Bluetooth veya kablo yoluyla iletir.[200]

Şekil 4.6: LPG Radar[201]

4.3.Otomasyon Sisteminin Uygulanması

4.3.1. Otomasyon Sisteminin Kurulumu ve Sistemin İşleyişi

Tank otomasyon sistemleri kapsamında, LPG depolama lisansı sahipleri ve alt başlığında depolama faaliyeti yer alan LPG dağıtıcı lisansı sahipleri ile rafinerici lisansı sahipleri, tesislerinde LPG depolanmak üzere yer alan lisansa kayıtlı her bir tanka ölçüm sistemi kurarak bunların otomasyon sistemi ile entegre bir halde çalışmasını sağlayacaktır. LPG otogaz bayiliği lisansı sahiplerinin istasyonlarında otomasyon sistemi kurulmasından ve bu sistem aracılığıyla bayi hareketlerinin izlenmesinden ise ilgili bayinin dağıtıcısı sorumlu olacaktır.

LPG piyasasında otomasyon sisteminin kurulabilmesi için öncelikle teknik altyapının sağlanması gerekmektedir. İhtiyaçlar doğrultusunda bir yatırım planı oluşturularak bütçe hazırlanmalıdır. Daha sonra ideal ölçüm sisteminin kurulması için asgari gereklilikler yerine getirilmeli, tesislerin mevcut durumları ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Ölçüm belirsizliğini etkileyen unsurlar tespit edilerek en uygun çözümler değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda, otomasyon sisteminin temeli olan yeni nesil

[199] ASİS Otomasyon, https://www.asis.com.tr/lpg-probe.html, Erişim: 09.10.2021
[200] Emerson, https://www.emerson.com/tr-tr/automation/home, Erişim: 09.10.2021
[201] İbid

elektronik seviye ölçüm cihazları tüm tanklara monte edilerek çalışır duruma getirilmelidir. Bu işlem sırasında tanklara müdahalede bulunuldu ise tankların teknik kriterleri sağladığına dair sertifikasyonu yenilenmelidir. Son olarak da otomasyon server ve yazılım lisansları alınarak sistemlere entegrasyonu gerçekleştirilmelidir.

Sistemin arızalanması durumunda sürekli veri akışının devam ettirilebilmesi ve veri kaybının en aza indirilebilmesi için 24 saat içerisinde müdahale edilmeli, gerekirse otomasyon şirketi tarafından uzaktan erişim ile sorunun en kısa sürede çözümü sağlanmalıdır.

Otomasyon sistemlerinin kurularak, çalışabilir ve veri aktarabilir duruma gelmesi mevcutta otomasyon altyapısı bulunan tesislerde bir ay gibi bir sürede tamamlanabilecekken, sıfırdan bir kurulum gerçekleştirilmesi işlemi birkaç ay daha zaman alacaktır. Bayi otomasyonlarında ise bu süre yıllara yayılabilecektir. Binlerce otogaz bayisine aynı anda kurulum gerçekleştirilmesi mümkün olmadığından süreç zaman alacaktır. Ayrıca kurulum maliyetleri dikkate alındığında, sisteme tamamen geçiş için makul bir süre belirlenmesi şartıyla sürecin zamana yayılması bütçe planlaması açısından daha faydalı olacaktır.

Tanklara otomasyon sisteminin kurulum maliyeti, tesisin yapısı ve ihtiyaçları doğrultusunda farklılık göstermekle birlikte ile otomasyon şirketlerinden alınan tekliflere göre 10.000 ile 30.000 Dolar arasında değişmektedir. Halihazırda petrol otomasyonu bulunan tesislerde elektronik ve mekanik alt yapı büyük ölçüde var olduğundan, LPG otomasyonunun kurulum maliyeti çok daha az olacaktır.

4.3.2. Otomasyon Sistemi Kapsamında Elde Edilebilecek Bilgiler

LPG tanklarına yerleştirilecek elektronik ölçüm sistemi ile tank hacmi, sıvı seviyesi, sıvı kütlesi, gaz hacmi, gaz kütlesi, tank içindeki toplam LPG miktarı (Ürün Miktarı=Likit Fazı Miktarı+ Gaz Fazı Miktarı), tank içi sıcaklık, basınç ve yoğunluk değerine ilişkin gerçek zamanlı veriler elde edilebilecektir. Elde edilen ölçüm değerleri doğrudan bilgisayara aktarılarak otomatik olarak hesaplanacaktır.

Otogaz bayilerinde kurulacak otomasyon sistemleri ile ise tesisteki tanklara ilişkin LPG stoku, yükseklik, doluluk, hacim, tank ısısı gibi fiziksel verilerin yanı sıra LPG alım- satımı, LPG satış fiyatı, pompacı bazında yapılan işlemler, taşıt dolum kayıtları gibi bilgilere ulaşılabilecektir.

4.3.3. Otomasyon Verilerinin EPDK'ya Aktarılması

Otomasyon yazılımları ile ölçüm sistemleri arasındaki iletim eş zamanlı olarak gerçekleştirilebildiği için anlık veriler alınarak merkeze gönderilecektir. Daha sonra bu veriler, veri aktarımı için oluşturulmuş bir ara yüz aracılığıyla talep edilen formata uygun olarak hazırlanacak ve web hizmeti aracılığıyla EPDK'ya gönderilecektir. Yetkili lisans sahipleri elde edilen veriler üzerinde değişiklik yapmadan aslına uygun olarak Kurum'a gönderecektir.

Tank otomasyonu kapsamında, depolama faaliyetinde bulunan lisans sahipleri tesislerinde bulunan LPG'ye, diğer lisans sahiplerinden depolama hizmeti alan rafinerici ve LPG dağıtıcı lisansı sahipleri ise bu tesislerde bulunan LPG stoklarına ilişkin Kurum'a bildirim yapacaklardır. Bayi otomasyonu kapsamındaki bildirimler ise ilgili bayinin dağıtıcısı tarafından yapılacaktır. Bayi sahipleri istasyonda bulunan otomasyon sistemine izinsiz müdahalede bulunamayacaktır.

4.3.4. Lisans Sahiplerinden Talep Edilecek Bilgiler

Otomasyon kapsamında izleme faaliyetlerinin kapsamlı şekilde gerçekleştirilebilmesi adına bildirim yükümlülerinden,

- Stok bulunan tanka ilişkin genel bilgiler; tank numarası, tank cinsi (silindirik/küre), tank kapasitesi, tank tipi (antrepo, gümrüklü, kokusuz LPG), tanktaki stok miktarı, tank içi sıcaklık ve basınç değerleri ile LPG türü yoğunluğu,

- LPG dağıtımına ilişkin olarak; teslimat yapılan lisansın bilgileri (adı/unvanı, lisans numarası, vergi numarası vb.), LPG türü, LPG teslimatını yapan tankerin plakası, teslimatın yapıldığı adres ve teslim edilen LPG miktarı,

- Depolama hizmeti kapsamında; depolama hizmeti alınan lisans sahibinin lisans bilgileri ve depolama hizmeti alınan tesis bilgileri, gün başı stok miktarı, tesis kapasitesi, tanklardaki ürün miktarı ve LPG'nin serbest dolaşımda olup olmadığına dair durumu,

- Kupon hizmetinin takip edilebilmesi için; kupon hizmeti verilen kişinin lisans bilgileri, LPG türü ve kupon hizmeti verilen stok miktarı,

- Otogaz bayilerinin faaliyetlerine ilişkin; bayi bilgisi, bayinin stok durumu, alış-satış bilgileri, birim LPG fiyatı, dönem başı (00:00 itibari ile tanklarda bulunan stok miktarı) ve dönem sonu (23:59 itibariyle tanklarda bulunan stok miktarı) stokları, dönem başı ve sonu arasında tanka yapılan dolum ve pompadan yapılan LPG satış miktarına ilişkin veriler ve dağıtıcının bayiye yaptığı satışlar

hakkında bilgiler talep edilecektir.

4.3.5. Veri Gönderim Sıklığı

Petrol piyasasında, depolama tesislerinde yer alan tanklara ilişkin veriler yarım saatte bir Kuruma gönderilmektedir. Sistemin müdahaleye açık olması nedeniyle olabildiğince sık veri alınması, yapılacak veriler arası çapraz kontroller ile birlikte sisteme müdahale ile Kuruma yanıltıcı beyanda bulunulması riskini azaltacaktır. Bu nedenle, LPG tanklarına ilişkin verilerin de yarım saatte bir gönderilmesi daha sağlıklı olacaktır.

Bayi otomasyonu kapsamında istenilecek bilgiler için de petrol piyasasında yaşanan durum geçerli olduğundan, binlerce bayiden saatlik veri alınmasının yaratacağı veri yoğunluğunun önlenmesi adına ilgili bayi verilerinin, belirlenen usul ve esaslara uygun şekilde günlük olarak gönderilmesi yeterli olacaktır. Buna karşılık, bayi hareketleri EPDK yetkililerine tanımlanan uzaktan erişim ile anlık olarak da izlenebilmelidir.

Gönderilen verilerde sehven hata yapılması durumunda düzeltmeye (güncelleme) izin verilmeli ancak düzeltme işlemlerinde mevcut kayıtlar değiştirilmeden

tutulmalıdır. Düzeltmenin sehven yapılan bir hatadan kaynaklanıp kaynaklanmadığının kontrol ve tespiti için her değişiklik ayrı olarak kayıt altında tutulmalıdır.

4.4. Sistem Dönüşüm Sürecinin Ele Alınması

LPG piyasasında kurulabilecek otomasyon sisteminin çalışma prensibinin tespiti için mevcutta otomasyon kurulu olan tesisler yetkili EPDK personeli tarafından yerinde incelenmiş ve yine bu kapsamda LPG piyasasında faaliyet gösteren şirketler ile sivil toplum kuruluşlarından bilgi alınmıştır.

4.4.1. Otomasyon Sistemi Kurulum Maliyeti

Petrol piyasasında mevcut durumda 37 dağıtıcı lisansı ve buna karşılık 13.049 akaryakıt bayilik lisansı bulunuyorken, LPG piyasasında 11.001 LPG otogaz bayilik lisansına karşılık akaryakıt dağıtıcı lisansının iki katından da fazla (90 adet) LPG dağıtıcı lisansı sahibi bulunmaktadır. Bu dağıtıcıların çoğu da yıllık pazar payı %2'nin altında kalan ve ulusal stoktan muaf olan küçük şirketlerdir. Bu şirketlerin tesislerinde bulunan tankların çoğunda da faaliyet gerçekleştirilmemektedir. Dolayısı ile burada önemli olan şirket sayısının fazla olması değil kalitesinin ve sektöre hizmetlerinin niteliğinin yüksek olmasıdır. Bu bağlamda sektörün gelişimi, hizmet kalitesinin artırılması ve faydalı yatırımlar için imkân sağlanabilmesi adına küçük şirketlerin kurumsallaşması ve piyasaya daha sağlam sermaye yapılı şirketlerin girmesi gerekmektedir.

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) Türkiye LPG Meclisi tarafından 2019 yılında yapılan depo otomasyonu fizibilite çalışmasında, mevcut depolara yeni seviye ölçüm sistemi kurulması ve buna bağlı otomasyon mekanizması oluşturulmasının sektöre maliyeti hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamındaki veriler, otomasyon şirketlerinden alınan bilgiler doğrultusunda güncellenerek 2021 yılı sonu itibari ile 710 adet silindirik tank için Tablo 4.1'de verilen toplam yatırım maliyeti hesaplanmıştır;[202]

[202] TOBB Türkiye LPG Meclisi_Mevzuat ve Teknik Komiteleri_Dolum ve Depolama Tesislerinde Kurulması Öngörülen Depo Otomayonu Uygulaması Hakkında Sektör Değerlendirmesi_Aralık 2019

Tablo 4.1: Depo Otomasyonu Fizibilite Çalışması[203]

Cihaz İhtiyacı	**Birim Fiyat (Euro)**	**Tank Sayısı**	**Tesis Sayısı**	**Toplam**
Ölçüm Cihazı	20.000 €	710		14.200.000 €
Hesaplama Cihazı	15.000 €		170	2.550.000 €
Yazılım	13.000 €		170	2.210.000 €
Cihaz Maliyeti Toplam	18.960.000 €			284.400.000 TL*
Altyapı (Depo-İdari Bina Uzaklığı yaklaşık 200 m)				

*Euro kuru 15 TL alınmıştır.

Elektronik Altyapı	**Birim Fiyat (TL)**	**Metraj**	**İşçilik**	**Toplam (TL)**
Kablolama				
Güç & Sinyal Kablosu (2x1,5 zırhlı enerji kablosu)	30,00	200	12,00	8.400,00
Fiziki Yerleşim (İşçilik Dahil)	Ortalama hesap edilmiştir.			
Toprak Kazası (Koruge Boru Dahil)	225,00	67		15.075,00
Beton Kazası (Koruge Boru Dahil)	300,00	67		20.100,00
Tava (Tava+Destek Dahil)	67,50	67	28,00	6.398,50
Elektronik Altyapı Maliyeti Toplam				49.973,50

Mekanik Altyapı (Tank hacmi 115 m^3)	**Birim Fiyat (TL)**	**Birim**	**Toplam (TL)**
Su Sarfı	8,75	115	1.006,25
Mazot Sarfı	13,00	20	260,00
Menhol çelik conta	250,00	1	250,00
Saplama	75,00	24	1.680,00
Somun	14,50	48	960,00
Tank Test	25.000		25.000,00
İşçilik	9.000		9.000,00
Tank Kalibrasyonu	7.000		7.000,00
Mekanik Altyapı MaliyetiToplam			45.156,25
Altyapı Maliyeti Toplam	95.129,75	710	**67.542.122,50**
Genel Toplam			**351.942.122,50 TL**

[203] İbid

Bu hesaplama doğrultusunda, sektör tarafından LPG piyasasında bir otomasyon alt yapısı kurulmasının maliyetinin oldukça yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Ancak EPDK tarafından konu ile ilgili yürütülen araştırmalar ve tesis incelemeleri neticesinde mevcut durumda ülke geneli toplam kapasitenin %75'ini oluşturan küre tanklarda işin doğası gereği (küre tankların çoğunlukla yerden yükseğe kurulması ve manuel ölçümlerinin zor olması nedeniyle) elektronik ölçüm sistemlerinin kurulu olduğu ve halihazırda kullanılan otomasyon sistemi aracılığıyla stok hareketlerinin izlendiği tespit edilmiştir. (Çoğunlukla Emerson Rosemount Radar Seviye Göstergesi ve Honeywell Enraf ölçüm ve otomasyon sistemleri kullanılmaktadır.)

Ayrıca yapılan fizibilite çalışması dağıtıcı ve depolama lisansı sahiplerinin tesislerinde bulunan toplam silindirik tank sayısı üzerinden yapılmıştır. Ancak yapılan incelemelerde ve sektör görüşmelerinde, pazar payı yüksek olan kurumsal şirketlerin çoğunun, tesislerinde bulunan silindirik tanklara ve dağıtıcıları oldukları otogaz bayilerinin istasyonlarına da elektronik ölçüm sistemleri ve otomasyon kurulumunu gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Bu durum fizibilite çalışması kapsamında hesaplanan yatırım maliyeti değerinin maksimum miktar olduğunu göstermektedir. Mevcutta otomasyon sistemi kurulu olan ya da faaliyette bulunulmayan tank sayısı çıkartıldığında elde edilecek toplam yatırım maliyeti çok daha az olacaktır. Ayrıca halihazırda akaryakıt otomasyonu bulunan istasyonlarda bayi otomasyon sisteminin kurulum maliyetleri de çok daha düşük olacaktır.

Yatırım maliyeti dağıtıcı ve depolama lisansı sahiplerine ait olmakla birlikte bu maliyetin direkt olarak tüketiciden sağlanması söz konusu değildir. Ancak uzun vadede dağıtıcı marjı içerisinde otogaz fiyatına eklenerek tüketiciye yansıtılması olasıdır. Tablo 4.1'deki fizibilite çalışmasından yola çıkarak böyle bir yatırımın tüketiciye yansımasının ne kadar olacağı hakkında çıkarım yapabilmek mümkündür. Toplam yatırım maliyetinin (TL), yıllık ortalama yurtiçi satış miktarı (lt) ve amortisman yılına bölünmesiyle bu hesaplama yapılabilecektir. Bu doğrultuda maksimum yatırım maliyeti 351.942.122,50 TL (döviz kuru 2021 sonu itibari ile 15 TL olarak alınmıştır) olarak hesaplanmış, amortisman yılı 10 yıl kabul edilmiş ve son 10 yıl satış verilerine dayanarak ortalama yıllık yurtiçi satış miktarının 4 milyon ton (7.142.857.143 lt) olduğu varsayılmıştır.

Bu hesaplamalar ve varsayımlar ışığında elektronik ölçüm sistemleri ve otomasyon sistemi kurulmasının litre başına nihai tüketiciye yansımasının 0,49 Kuruş olacağı tahmin edilmektedir.

4.4.2. Tankların Dönüştürülmesi

Otomasyon sistemine geçişte sorun oluşturacağı düşünülen diğer bir husus ise manuel ölçüm yapılan tankların uygun yapıya dönüştürülmesidir. Mevcut haliyle otomasyon kapsamında ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesinde ve sürekli veri akışının sağlanmasında yeterli olmayan bu sistem yerine elektronik ölçüm sistemleri kurulmasının ek maliyet oluşturması sektör oyuncuları tarafından olumlu karşılanmamaktadır. Ancak LPG tanklarının seviye ölçümünde yoğun bir şekilde kullanılmakta olan, düşük ölçüm hassasiyeti ve yüksek arıza frekansına sahip mekanik kollu şamandıra düzeneği yerine otomatik ölçüm sistemlerinin kullanılması ölçüm hassasiyetini ve güvenilirliğini artırırken arıza oranını da düşürecektir. Yani fayda-maliyet açısından bakıldığında, sağladığı yararlar itibari ile fuzuli bir yatırım olmayacaktır.

İlaveten lisans sahipleri tarafından, bu dönüşüm kapsamında, kullanımda olan Rotogauge montaj nozuluna tank üzerinde kaynaklı çalışma ve tadilat yapılmadan yeni ölçüm sisteminin kurulmasının mümkün olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle, yeni seviye ölçüm sistemlerinin tanklara montajının yapılabilmesi için önce tankların su ile doldurularak gazdan arındırılması, sonrasında olası seviye sistemi için yeni nozul açılması gerektiği savunulmaktadır. Ancak bu sorunu çözmek adına ölçüm şirketleri tarafından, tank üzerinde herhangi bir tadilata gerek kalmadan tüm tanklara probe montajının yapılabilmesine olanak sağlayan bağlantı parçaları ve probe şamandırası geliştirilmiştir. LPG tankları için geliştirilen bu özel bağlantı yöntemi sayesinde, mevcut mekanik seviye göstergesi demonte edilerek aynı noktadan probun tanka girişi sağlanıp montajı yapılabilmektedir. LPG tanklarında kullanılan seviye probları, basınç kayıplarına karşı özel olarak geliştirilmiş yüksek izolasyon standartlarına sahip montaj kiti ile birlikte kullanılmaktadır. Montaj kitleri, ürünün cinsine uygun materyalden üretilmekte olup montaj sonrası tankta sabit olarak kalmakta ve proba etki edecek şamandıra montaj kiti üzerinde likit seviyesi ile paralel hareket etmektedir. Aynı bir kılıf gibi probe bu kitin içerisine geçirilerek LPG seviyesinin ölçümü yapılmaktadır. Arıza ya da bakım amaçlı müdahaleler de, tankı boşaltmadan ve bir basınç kaybı yaşanmadan güvenle

yapılabilmektedir. Bu durumda tanka müdahale edilmeyeceğinden tekrar sertifikalandırma işlemi yapılması gerekmeyecektir.[204]

4.4.3. Seviye Ölçümünde Sapma

Daha önce de bahsedildiği üzere normal şartlar altında gaz halinde bulunan LPG, basınçlandırma ya da soğutma işlemiyle sıvılaştırılarak depolanır. Bu nedenle LPG tanklarında dış etmenlere bağlı seviye değişimi akaryakıta oranla daha fazla olmaktadır. Tanktaki basınç, sıcaklık vb. göstergelerin değişimi tanktaki sıvı ve gaz fazlarındaki LPG dengesini değiştirebilmekte, dolayısıyla tanktaki ürün seviyesi iki ölçüm arasında farklılık gösterebilmektedir. Ancak otomasyon şirketleri tarafından, LPG'nin kimyasal yapısından kaynaklanan bu değişimin sebep olacağı hata payının %2'yi aşmayacağı öngörülmektedir. Halihazırda tesislerinde otomasyon kurulu rafinerici, dağıtıcı ve depolama lisansı sahipleri tarafından da bu görüş desteklenmektedir.

LPG tanklarından tankerlere dolum pompa yardımı ile 15 dakikalık bir sürede gerçekleştirilirken, boşaltım kompresör yardımıyla ile ortalama 30 dakikalık bir sürede yapılmaktadır. Tank ölçümlerinin dolum/boşaltım işlemleri başlamadan önce ve işlem tamamlandıktan sonra yapılması halinde bu süreler veri aktarımı sırasında herhangi bir aksaklığa neden olmayacaktır.

Tesislerde bulunan küçük hacimli silindirik tankların bazılarında isteğe bağlı olarak tanklar arası ürün geçişi olabilmektedir. Bu özelliğe sahip tanklarda dolum ya da boşaltım aşamasında, tankların bağlantı noktalarının açılmasından dolayı tank basınçları eşit olana kadar gaz ve likit olarak ürün geçişi sağlanmaktadır. Bu durum tank bazında izleme yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, bağlantılı tanklarda ölçüm değeri toplam olarak (tesis bazında) hesaplanmalıdır.

4.4.4. Sistem Verilerinin Güvenilirliği

Tanklara monte edilecek elektronik seviye ölçüm sistemleriyle, fiziksel ölçümlere kıyasla çok küçük hata paylarıyla ölçüm yapılarak gerçeğe en yakın veriler elde edilmesi mümkün olacaktır. Ancak verilerin otomasyon sistemi vasıtasıyla EPDK

[204] https://torapetrol.com/lpg-tank-otomasyonu/

ile paylaşılması aşamasında sistem müdahaleye açık olduğundan, sehven ya da bilinçli olarak verilerin değiştirilerek Kurum'a yanıltıcı bildirim yapılması riski bulunmaktadır. Bu riski en aza indirmek için detaylı tank otomasyonu kapsamında talep edilen verilerin sık aralıklarla gönderilmesi (petrol piyasasından bu veriler yarım saat aralıklarla gönderilmektedir) sağlanmalıdır. Bunun yanında akaryakıt bayi otomasyonunda uygulandığı gibi tank otomasyonu için de EPDK yetkililerinin ulaşabileceği bir uzaktan erişim ara yüzü oluşturularak, anlık denetimlerle caydırıcı bir kontrol mekanizması oluşturulabilir.

Petrol piyasasında uygulamaya konulan, bayilerde otomasyon sisteminin kurulması, uygulanması, bakım ve onarımı işlemlerini gerçekleştirecek tüzel kişilerin Kurum tarafından yetkilendirilmesi kararının LPG piyasasında da benzer şekilde uygulanması denetimlerin daha etkin yapılabilmesi açısından faydalı olacaktır. Bayi otomasyonunda verilerin doğru olarak üretilmesi, korunması ve saklanmasından; Kuruma doğru ve eksiksiz şekilde gönderilmesinden dağıtıcı, bayi ve yetkilendirilmiş otomasyon şirketi müştereken sorumlu tutulmalıdır. Bu kapsamda, bayi verileri sürekli olarak izlenerek talep edilen bilgiler EPDK ile paylaşılmalı, bayilerin izinsiz olarak sisteme müdahale etmelerine izin verilmemelidir. Verilerde aykırılık gözlenmesi durumunda dağıtıcı lisansı sahibi tarafından belirlenecek azami süreler içerisinde Kurum'a elektronik ortamda bilgi verilmelidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

LPG evsel kullanımdan ulaşıma, ticari ve endüstriyel uygulamalardan tarım ve hayvancılığa kadar pek çok alanda kullanılabilen çok yönlü, düşük karbonlu, yüksek verimli ve ekonomik bir enerji kaynağıdır. Taşınabilir özelliği sayesinde kolayca temin edilebildiğinden dünyanın her yerindeki tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Ülkemizde de, başta ulaşım olmak üzere birçok alanda kullanılan LPG enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir alternatiftir. Öyle ki, Türkiye bugün, dünyanın en büyük 13'üncü, Avrupa'nın ise en büyük 2'inci LPG pazarı konumundadır. Otogaz kullanımı, otogazlı araç ve istasyon sayısı bakımından ise dünya genelindeki liderliğini sürdürmektedir. Mevcut durumda LPG piyasasında 11.001 adedi otogaz bayilik, 98 adedi LPG depolama ve 90 adedi LPG dağıtıcı lisansı olmak üzere toplamda 11.316 lisans bulunmaktadır.

Sektör paydaşları, hizmet çalışanları ve tüketicisiyle oldukça geniş bir yapıya sahip olan LPG sektörü oligopol bir piyasa yapısına sahiptir. Bununla beraber, LPG piyasasında düzenleme yapma ve lisans verme yetkisi, bağımsız düzenleyici kuruluş olan EPDK'da bulunmaktadır. Kurum; güvenli, ekonomik, şeffaf ve istikrarlı piyasa yapısının korunması adına sektörün izlenmesi ve denetim faaliyetlerini de yürütmektedir. Devletin önemli vergi kalemlerinden birini oluşturan LPG piyasasında izleme ve gözetim faaliyetleri beyan usulüne dayanan, anlık kontrol ve denetimin mümkün olmadığı, asgari bir aylık süreler için bilgi temin edilebilen bildirimlere bağlı olarak yürütülmektedir. Dolayısıyla bu bilgi düzeyi mevcut durumdaki gelişmiş sektör için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle daha kapsamlı ve etkin bir denetim ve izleme faaliyeti yürütülebilmesi için bir örneği petrol piyasasında uygulanmakta olan otomasyon sisteminin olan LPG piyasasında da kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Petrol piyasasında uygulanmakta olan bayi ve tank otomasyonu sistemlerinin ve mevcut durumda LPG piyasası mevzuatı kapsamında otomasyon zorunluluğu bulunmamasına rağmen kurumsal şirketlerin kendi stok ve bayi hareketlerini takip etmek adına kurmuş oldukları LPG otomasyonlarının yerinde incelenmesi sonucunda LPG piyasasının otomasyon sistemi kurulması için elverişli olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ihtiyaç duyulan bilgi akışının sağlanabilmesi adına LPG piyasasında da otomasyon sisteminin zorunlu hale getirilmesinin uygun olduğu değerlendirilmektedir.

Petrol piyasasında uygulanmakta olan otomasyon sistemlerinin incelenmesi, LPG sektör paydaşları ile yapılan görüşmeler, hali hazırda otomasyon sistemi kurulu olan LPG tesislerinde yapılan incelemeler ve mevcut otomasyon şirketlerinden alınan bilgiler ışığında LPG piyasasında yapılabilecek düzenlemelere ilişkin önerilen belirlenmiştir.

Bu kapsamda "LPG Tank Otomasyon Sistemi" için önerilen düzenlemeler;

i) LPG depolama lisansı sahipleri ve alt başlığında depolama faaliyeti yer alan LPG dağıtıcı lisansı sahipleri ile rafinerici lisansı sahiplerinin, tesislerinde LPG depolanmak üzere yer alan lisansa kayıtlı her bir tanka elektronik seviye ölçüm sistemi kurması,

ii) LPG depolama faaliyetinde bulunan tesislere tank otomasyonu kurulması ve elektronik seviye ölçüm sisteminin tank otomasyonu ile entegre bir şekilde çalışmasının sağlanması,

iii) Depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin tank otomasyon sistemi ile tanklarda bulunan LPG miktarını anlık olarak izleyerek, detaylı tank otomasyonlarına ilişkin bilgileri 00:00:00'dan başlamak koşuluyla her yarım saatte bir EPDK'ya bildirmesi,

iv) Depolama faaliyetinde bulunan lisans sahiplerinin depolama hizmeti kapsamında hangi şirkete hizmet verdiği, depolarında bulunan LPG'nin kime ait olduğu ve LPG'nin miktarı hususlarını günlük olarak EPDK'ya bildirmesi,

v) Dağıtıcı lisansı sahiplerinin depolama hizmeti aldığı lisans sahiplerine ilişkin bilgileri ve hizmet aldığı ürün miktarını günlük olarak EPDK'ya bildirmesi,

vi) Kupon hizmeti veren lisans sahipleri tarafından, kupon hizmeti verilen kişinin lisans bilgilerinin ve ayrılan stok miktarının günlük olarak EPDK'ya bildirilmesi,

vii) EPDK tarafından ihtiyaç duyulan verilerin, web servis aracılığıyla ya da izin verilen diğer vasıtalarla elektronik olarak gönderilebilmesi için otomasyon şirketleri tarafından uygun alt yapı oluşturulması,

viii) İlgili lisans sahiplerinden alınan bilgilerin doğruluğunun EPDK yetkilileri tarafından çapraz kontrollerle teyit edilmesi ve Kurum'a gönderilen verilerden tarafların müştereken sorumlu tutulması,

ix) EPDK'ya gönderilen verilerin, gönderilmesi gereken saat başından itibaren 24 saat sonra kesinleşmesi ve bu süreden sonra gönderilmiş olan veride değişiklik yapılmasına izin verilmemesi,

"Otogaz Bayi Otomasyon Sistemi" için önerilen düzenlemeler;

i) Bayi otomasyon sisteminin kurulması, uygulanması, bakım ve onarımını yapacak olan otomasyon şirketlerinin EPDK tarafından yetkilendirilmesi,

ii) LPG dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından, tescilli markası altında satış yapan otogaz bayilerinde, yetkilendirilmiş otomasyon şirketi aracılığıyla otomasyon sistemi kurulması,

iii) Bayi otomasyonu kapsamında otogaz bayilerinin stok hareketlerinin ve alım satım işlemlerinin günlük, satış fiyatlarının ise anlık olarak dağıtıcıları tarafından elektronik ortamda izlenmesi,

iv) EPDK tarafından ihtiyaç duyulan verilerin, web servis aracılığıyla ya da izin verilen diğer vasıtalarla elektronik olarak gönderilebilmesi için otomasyon şirketleri tarafından uygun alt yapı oluşturulması,

v) Bayi otomasyon sistemi vasıtasıyla elde edilen elektronik verilere, EPDK yetkilileri tarafından uzaktan erişim sağlanması için web ara yüzü oluşturulması,

x) İlgili lisans sahiplerinden alınan bilgilerin doğruluğunun EPDK yetkilileri tarafından çapraz kontrollerle teyit edilmesi,

xi) Bayi otomasyon sistemi kapsamında verilerin doğru olarak üretilmesi, korunması ve saklanmasından; Kuruma doğru ve eksiksiz şekilde gönderilmesinden dağıtıcı, bayi ve yetkilendirilmiş otomasyon şirketinin müştereken sorumlu tutulması,

xii) EPDK'ya gönderilen verilerin, gönderilmesi gereken saat başından itibaren 24 saat sonra kesinleşmesi ve bu süreden sonra gönderilmiş olan veride değişiklik yapılmasına izin verilmemesi (verilerin eksik ya da hatalı gönderilmesi ya da sistem arızası gibi durumlarda Kurum yetkililerinin sunulan mazereti yerinde bulması halinde düzeltme yapılmasına izin verilmesi)

şeklinde belirlenmiştir.

LPG piyasasında kurulabilecek olan otomasyon sistemlerinin çalışma prensibinin tespiti için yapılan incelemelerde, mevcut durumda ülke geneli toplam kapasitenin %75'ini oluşturan küre tanklarda manuel ölçüm mümkün olmadığından elektronik ölçüm sistemlerinin kurulu olduğu ve halihazırda kullanılan otomasyon sistemi aracılığıyla stok hareketlerinin izlendiği tespit edilmiştir. Tank otomasyon sisteminin yatırım maliyetini hesaplandığı fizibilite çalışması kapsamında bu yatırımın tüketiciye yansımasının 10 yıllık amortisman için litre başına 0,49 Kuruş olacağı hesaplanmıştır. Ancak, bu çalışmada LPG piyasasındaki lisanslı silindirik tankların hiçbirinde sistemin kurulu olmadığı varsayılarak toplam tank sayısı üzerinden hesaplama yapılmıştır. Yapılan incelemelerde pazara payı yüksek olan kurumsal şirketlerin çoğunun tesislerinde bulunan silindirik tanklara ve hatta dağıtıcıları oldukları otogaz bayilerinin istasyonlarına da elektronik ölçüm sistemleri ve otomasyon sistemi kurulumunu gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Mevcutta otomasyon sistemi kurulu olan ya da faaliyette bulunulmayan tank sayısı çıkartıldığında elde edilecek toplam yatırım maliyeti çok daha az olacaktır. Haliyle tüketiciye yansıyacak miktar da düşecektir. Ayrıca halihazırda akaryakıt otomasyonu bulunan istasyonlarda bayi otomasyon sisteminin kurulum maliyetleri de çok daha düşük olacaktır.

LPG piyasasında kurulacak olan otomasyon sistemi, LPG'nin üretim/ithalattan nihai tüketiciye ulaşım sürecindeki her adımda takip edilebilmesine olanak sağlayarak piyasada yürütülen tüm faaliyetler için bir kontrol mekanizması oluşturacaktır. Bu sayede LPG piyasası faaliyetleri düzenleyici ve denetleyici kurum olan EPDK tarafından sürekli olarak takip edilebilecek, haksız kazanca sebep olan ve rekabeti bozan eylemlerin önüne geçilebilecektir. Güvenli dağıtım ve denetim sağlanabilecek, yapılan faaliyetler ve stok hareketleri kayıt altında tutulabilecektir. Menşei belli olmayan ve ülkeye kaçak yollardan giren ürünlerin piyasa faaliyetine konu olması ve benzer nitelikteki LPG türlerinin ÖTV farkından yararlanılarak (otogaz, dökme, tüplü) birbiri yerine kullanılması önlenebilecektir. Böylece vergi kaçakçılığının da önüne geçilebilecektir. Sonuçta daha adil bir piyasa yapısı oluşturularak hizmet sunan taraf için olması gereken rekabet ortamı sağlanırken, nihai tüketicinin de güveni ve memnuniyeti artırılacaktır.

Otomasyon sistemi sayesinde tanklarda bulunan ürün lisans sahipleri tarafından anlık olarak izlenebilecek ve bu sayede EPDK ihtiyaçları doğrultusunda günlük hatta saatlik olarak veri talep edebilecektir. Tank otomasyonu sayesinde depolama tankları içerisindeki tüm faaliyetler (anlık tank envanteri, dolumlar ve tankta oluşan alarmlar) üzerinde tam kontrol sağlanmaktadır. LPG tanklarına yerleştirilecek elektronik ölçüm sistemi ile tank hacmi, sıvı seviyesi, sıvı kütlesi, gaz hacmi, gaz kütlesi, tank içindeki toplam LPG miktarı (Ürün Miktarı=Likit Fazı Miktarı+ Gaz Fazı Miktarı), tank içi sıcaklık, basınç ve yoğunluk değerine ilişkin gerçek zamanlı veriler elde edilebilecektir. Elde edilen ölçüm değerleri doğrudan bilgisayara aktarılarak otomatik olarak hesaplanacaktır.

Ülkemizdeki lisanslı tüm LPG depolarının ve rafineri tesislerindeki depoların izlenebilir olması, kriz veya olağanüstü hallerde piyasada sürekliliğin sağlanabilmesi için her an mevcut ve erişilebilir olması gereken zorunlu petrol stokunun takibinin yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca stok için yeterli depolama alanı olmayan lisans sahiplerine zorunlu petrol stoku yükümlüğünü yerine getirebilmesi için sunulan kupon hizmeti kapsamında tutulan stokların kontrol edilebilmesinde de fayda sağlayacaktır. Böylelikle zorunlu stok yükümlülüğünü yerine getirmeyen firmalar zamanında tespit edilebilecek ve sorunun çözümü için gerekli önlemler alınabilecektir.

Halihazırda kurulu bir takip sistemi bulunmadığı için faaliyetleri hakkında pek fazla bilgi bulunmayan otogaz bayilerinin piyasa hareketleri hem LPG dağıtıcıları hem de EPDK tarafından izlenebilecektir. Otomasyon sistemi ile; istasyon bazında yürütülen tüm faaliyetler, mevcut satış ve stok hareketleri, satış fiyatları dağıtıcı firmalar tarafından kontrol edilebilecek, anlık olarak dolum ve satış raporları görüntülenebilecek, EPDK'nın ihtiyaç duyduğu tüm bilgilere de anlık olarak erişilebilecektir. Bu sayede bayilerin rekabet bozucu eylemleri önlenebilecek, kayıt dışı ikmallerin önüne geçilebilecek, piyasaya sunulan LPG'nin denetimi yapılabilecek ve fiyat anormalliklerine anında müdahale edilebilecektir. Tank otomasyonları üzerinde otogaz istasyonlarında bulunan tanklara ait hacim ve seviye bilgileri dağıtıcılar tarafından takip edilip akıllı sipariş algoritması oluşturularak istasyon tüketim periyoduna göre ikmal planı yaratılabilecek ve böylece yakıt ikmalinin devamlılığı sağlanabilecektir. Otomasyon yazılımı ile pompa bazında yapılan işlemler, taşıtlara yapılan ikmaller, taşıtın yakıt cinsi, aldığı yakıt miktarı, taşıt plakası, LPG satış fiyat verileri vb. kayıt altına alınarak eş zamanlı olarak merkeze iletilecektir. Ayrıca LPG taşıması yapan kara yolu araç ve tankerleri terminalden yapılan dolumdan ikmal yapacağı istasyona kadar takip edilebilecektir. İkmal yapılacak istasyon, ikmali yapacak olan araç, sipariş miktarı kayıt altına alınırken küresel konumlama sistemi (GPS) üzerinden anlık sipariş ve istasyon eşleştirmesi yapılabilecektir.

Netice itibariyle otomasyon sistemi sayesinde LPG piyasasındaki tüm faaliyetler kontrol altına alınabilecek, sürekli ve etkili bir takip mekanizması oluşturulabilecektir. Bu sayede Türkiye LPG piyasasında tam anlamıyla adil, öngörülebilir ve güvenilir piyasa yapısının sağlanabilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu, Madde 16, RG. 20/12/2003, S. 25322.

5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, RG. 13/3/2005, S. 25754.

AFROX, (2021), Liquefied Petroleum Gas, https://www.afrox.co.za/en/images/Section%205%20Interactive%20-%20Liquefied%20Petroleum%20Gas_tcm266-598924.pdf, Erişim: 04.05.2021.

Asamoah, D, Amoakohene R ve Adiwokor, E, (2012), Analysis of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Shortage in Ghana: A Case of the Ashanti Region, International Journal of Business Administration , Vol. 3, No. 5.

ASİS Otomasyon, (2021), https://www.asis.com.tr/lpg-probe.html Erişim: 09.10.2021.

ASİS Otomasyon, (2021), https://www.asis.com.tr/tank-otomasyon-sistemleri/ Erişim: 09.09.2021.

ASİS Otomasyon, (2021), https://www.asis.com.tr/petech-pompa-otomasyon-yazilimi.html Erişim: 09.09.2021.

Autogas.Net. (2021), History, https://auto-gas.net/about-autogas/history/ Erişim: 03.05.2021.

Aygaz, (2007), Dökmegaz Hakkında Her Şey, https://www.aygaz.com.tr/Uploads/dokmegaz/dokmegaznedir.pdf. Erişim Tarihi: 18.04.2021.

Aygaz. (2021), Tüpgaz Bilgilendirme, https://www.aygaz.com.tr/tupgaz/lpgnin-teknik-ozellikleri. Erişim: 18.04.2021.

Bahadori, A.(2014), Natural Gas Processing and Technology. Lismore, NSW, Australia. Elsevier.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080999715010011?via%3Dihub Erişim:19.04.2021.

Beşergil, B. (2007), Hampetrolden Petrokimyasallara El Kitabı, Gazi Kitapevi, İzmir.

BRC GAS, (2021), https://www.brcturkiye.com/urun/lpg-depolama-tanki Erişim: 10/10/2021.

Chen, K, (2018), LPG For Distributed Energy. https://static1.squarespace.com/static/5633c4c2e4b05a5c7831fbb5/t/5c056ea80ebbe837

49443ae4/1543859895617/Kimball+Chen-Stanford-LPGforDistributedEnergy-Oct2018.pdf Erişim: 19.04.2021

ÇAKIR, Ö, (2017), 04/10/2017 tarih ve 7319 sayılı Kurul Kararı, Enerji Uzmanları Derneği, Uzman Gözüyle Enerji, Yıl:1, Sayı: 4, http://www.enerjiuzmanlari.org.tr/dergiler/Uzman_Gozuyle_Enerji_4.sayi_WEB-min.pdf Erişim: 04.09.2021

Demircioğlu, M, Y, (2012), Petrol Ürünleri Piyasasında Devlet Kontrolü ve İdari Müdahaleler, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Düzgün, M, (2022), EPDK, Petrol ve LPG Piyasalarında Fiyat Oluşumu Sunumu.

E. Camadan (2013) The Competition Level in the Turkish LPG Market, Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 8:2, 154-161, DOI: 10.1080/15567240903330400.Emerson, (2021), https://www.emerson.com/tr-tr/automation/home Erişim: 09.10.2021.

EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 1660 Sayılı Karar, RG. 04/07/2008, S. 26926.

EPDK, 1240 sayılı Kurul Kararı'nda Değişiklik Yapılmasına Dair 3657-4 Sayılı Karar, RG. 11/02/2012.

EPDK, (2018), LPG Tüketicisinin El Kitabı, Ankara.

EPDK, (2019), Türkiye LPG Piyasası Yatırımcı Rehberi, Ankara.

EPDK, (2020), Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG) Farklı Kullanım Alanların İncelenmesi, Ankara, https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-180/lpglpg-farkli-kullanim-alanlarinin-incelenmesi, Erişim Tarihi:04.05.2021.

EPDK, (2021), https://bildirim.epdk.gov.tr/ Erişim: 29.08.2021.

EPDK, (2021), Petrol ve LPG Piyasası Fiyatlandırma Raporu, www.epdk.gov.tr Erişim:23.08.2021.

EPDK, (2021), Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu, Ankara.

EPDK, (2021), Türkiye Geneli LPG Piyasası Lisansı İstatistikleri, www.epdk.gov.tr Erişim: 31.12.2021.

EPDK, (2021), Türkiye Geneli Petrol Piyasası Lisansı İstatistikleri, www.epdk.gov.tr Erişim: 31.12.2021.

EPDK, Bayi Denetim Sisteminin Kurulması Ve Uygulanması İçin Tüzel Kişilerin Yetkilendirilmesi Hakkında Karar, RG. 03/08/2021, S. 31557.

EPDK, Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kararda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kurul Kararı, R.G. 21/05/2019, S. 30780.

EPDK, Enerji Piyasası Bildirim Yönetmeliği, RG. 27.05.2014, S. 29012.

EPDK, Kurul Kararı, Karar No: 6664 Karar Tarihi: 15/12/2016.

EPDK, LPG Piyasasında Zorunlu Petrol Stoğu ve Zorunlu Petrol Stoğunun Kupon Sistemi Kapsamında LPG Olarak Tutulabilmesine Dair Karar, RG. 13/12/2017, S. 30269.

EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, RG. 07/12/2021, S. 31682.

EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Kurul Kararı, Karar Tarihi: 16/05/2019, Karar Sayısı: 1240.

EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında 27/06/2007 tarihli ve 1240 sayılı Kurul Kararında Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kurul Kararı, Karar Tarihi: 12/02/2015, Karar Sayısı: 5468/1.

EPDK, Petrol Piyasasında Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Bayi Denetim Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar, RG. 06/07/2007, S. 26574.

EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliği, RG. 16/9/2005, S. 25938.

EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Lisans Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, RG. 19.10.2017 S. 30215.

EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar, RG. 01/08/2017, S. 30141.

EPDK, Stok İzleme Sistemine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar Ek-1, RG. 01/08/2017, S. 30141.

Er, A, (2020), Petrol ve Petrol Ürünlerinin Güvenli Depolanması, https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1088215 Erişim: 06.07.2021.

Erdem, A, (2010), Tüm Yönleriyle Türkiye Akaryakıt Sektörü, İstanbul Matbaacılık.

ETT GAS, (2021), https://www.ettgas.com/urun/stoklama-tanki Erişim: 08.08.2021.

Exceptional Energy in Action, (2021), https://lpg-apps.org/index.php?mact=LPGApi,cntnt01,sector,0&cntnt01sector_id=1&cntnt01returnid=17 Erişim: 05.05.2021.

Göcekli, Sidre. (2016). Türkiye'de Ham Petrol Fiyatlarıyla Döviz Kuru Arasındaki İlişki: Ampirik Bir Analiz. (Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Aydın)

Güngör, B, O, Kartal, A, (2018), Geçmişten Günümüze Petrol Stoku Bulundurma Yükümlülüğü, Uzman Gözüyle Enerji, 1/6.

Groover, Mikell (2014). Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems.

IBM, (2021), What is automation?, https://www.ibm.com/topics/automation 04.09.2021.

International Society of Automation, (2021), https://www.isa.org/about-isa/what-is-automation Erişim: 01.09.2021.

ISISAN, http://www.isisan.com.tr/lpg.aspx Erişim: 06.07.2021.

Kaya, M, Ercan, H, (2002), Türkiye' de ve Dünya' da Bir LPG İncelemesi, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 6, Sayı 1.

Kayıkçı, M, S, (2015), Petrol Piyasası Hukuku, İstanbul.

Korea LPG Association, (2021), https://www.klpg.or.kr/_ENG/html/dh/Infom05 Erişim: 06.07.2021.

LPG Gas Blog. (2021). What is Autogas?, https://www.elgas.com.au/blog/1716-what-is-lpg-autogas-lpg-gas-conversion-lpg-vs-petrol , Erişim:18.04.2021.

Kartal, A, (2017), 27/07/2017 tarihli ve 7204-9 sayılı Kurul Kararının İncelenmesi, Uzman Gözüyle Enerji, 1/3.

Makine Mühendisleri Odası (TMMOB), http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/75fcb6de80025fe_ek.pdf?tipi=68&turu=X&sube=7, Erişim:17.04.2021

Maru LPG Solutions, (2021), https://marutr.com/tr/urunler/lpg-tank-otomasyonu/ Erişim: 09.10.2021.

Mutlu, B, (2017), Sıvılaştırılmış Petrol Gazından (LPG) Kükürt Gidermek Amacıyla Sorbent Geliştirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Oultram, I. (2014), Changeover Natural Gas to LPG, LPG Training and Assesment Ltd, http://www.lpgtraining.co.uk/pdf/sample.pdf Erişim: 20.04.2021.

Parkash, S. (2003), Refining Processes Handbook, Burlington USA, Elsevier, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750677219500220#cesec1 Erişim: 19.04.2021.

PETDER, (2018), Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Otomasyon Sisteminin Bütüncül Değerlendirilmesi, Sayı: 3, https://www.petder.org.tr/ Erişim: 09.09.2021.

PETDER (2019), 2019 Sektör Raporu. https://www.petder.org.tr/Uploads/Document/7b886e84-a89f-403b-a510-32fcb202f3dd.pdf?v-637332621912723005 Erişim: 17.10.2021.

RST Ölçü Kontrol Teknolojileri, (2021), https://www.rst-elektronik.com/blog/manyetik-seviye-gostergesi Erişim: 25.12.2021

RST Ölçü Kontrol ve Otomasyon Teknolojileri, (2021), https://www.rst-elektronik.com/blog/otomasyon-nedir Erişim: 01.09.2021.

SGE Mühendislik, (2021), https://www.sge.com.tr/hizmetlerimiz-enerji-ve-sayac-otomasyonu---iso50001-107.html Erişim: 09.10.2021.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), https://www.tuik.gov.tr/, Erişim: Erişim: 09.10.2021.

The Global LPG Partnership (2020), Assessing Potential for BioLPG Production and Use within the Cooking Energy Sector in Africa.

The Story of LPG, 2. Bs., İngiltere, Poten & Partners, Mayıs 2003, S.3.

TOBB Türkiye LPG Meclisi_Mevzuat ve Teknik Komiteleri_Dolum ve Depolama Tesislerinde Kurulması Öngörülen Depo Otomayonu Uygulaması Hakkında Sektör Değerlendirmesi_Aralık 2019.

TORA Petrol, (2021), https://torapetrol.com/lpg-tank-otomasyonu/ Erişim: 09.10.2021.

TURPAK, (2021), Genel Bilgi, https://www.turpak.com.tr/tr/cozumler/detay/Genel-Bilgi/48/37/0 Erişim: 09.09.2021.

TURPAK, (2021), LPG Çözümleri, https://www.turpak.com.tr/tr/cozumler/detay/ForeLPG-Cozumleri/346/753/0 Erişim: 09.10.2021.

Ulusal Petrol Stok Komisyonu Kararı, 21/04/2017 , S. 2017/1.

WLPGA (Dünya LPG Birliği), (2021), Statistical Review of Global LPG 2021, https://www.wlpga.org/publication/statistical-review-of-global-lpg-2021/ Erişim:15.11.2021.

WLPGA (2021), What is LPG, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/ Erişim: 17.04.2021.

WLPGA. (2021), Where Does LPG Come From?, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/ Erişim Tarihi: 19.04.2021.

WLPGA. (2021), Where Does LPG Come From, https://www.wlpga.org/about-lpg/what-is-lpg/where-does-lpg-come-from/ Erişim: 19.04.2021.

Złoty, P. (2013) History of LPG – The First 100 Years, https://gazeo.com/up-to-date/news/2013/History-of-LPG-the-first-100-years,news,6662.html , Erişim:20.04.2021.