



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BATMAN - DÖRTYOL
HAM PETROL BORU HATTI İNCELENMESİ VE
GELİŞTİRİLMESİ İÇİN SİSTEM ÖNERİLERİ**

AHMET İNAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

2013

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BATMAN - DÖRTYOL
HAM PETROL BORU HATTI İNCELENMESİ VE
GELİŞTİRİLMESİ İÇİN SİSTEM ÖNERİLERİ**

AHMET İNAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

Prof. Dr. Ali KOÇ danışmanlığında hazırlanan bu tez 06/ 06/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali KOÇ
Başkan

Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU
Üye

Yrd. Doç. Dr. Emin ÜNAL
Üye

Bu tez Enstitümüzün Makina Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Doc.Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, sekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. BOTAŞ Hakkında	1
1.2. Ham Petrol Hakkında	3
1.2.1. Petrol ve Doğal Gaz Nasıl Oluşmuştur?	3
1.2.2. Varil Nedir?	5
1.2.3. Gravite Nedir?	5
1.2.4. Ham Petrolden Damıtma Yoluyla Elde Edilen Bileşenler Nelerdir?	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Boru Hattının Mevcut Durumu	10
3.1.1. Genel Bilgiler	10
3.1.2. Teknik Bilgiler	10
3.1.3. Boru Hattı Hidrolik Grafiği	10
3.1.4. Boru Hattının Harita Üzerindeki Konumu	11
3.1.5. Boru Hattının Geçtiği İller İçerisinde Kalan Uzunlukları	12
3.2. Terminal ve İstasyonların Mevcut Durumu	12
3.2.1. Batman Terminalinin Mevcut Durumu	12
3.2.2. Diyarbakır Terminalinin Mevcut Durumu	13
3.2.3. Kahramanmaraş Sarıl İstasyonunun Mevcut Durumu	14
3.2.4. Dört Yol İşletme Müdürlüğünün Mevcut Durumu	15
3.2.4.1. Tank Sahası ve İşletmenin Mevcut Durumu	16
3.2.4.2. İskele Sisteminin Mevcut Durumu	19
3.2.4.3. Balast Sistemi	20
3.2.4.4. Balast Sisteminin Çalışma Prensibi	20

3.2.4.5. Ölçüm Sistemlerinin Mevcut Durumu.....	21
3.2.4.6. Katodik Koruma.....	23
3.2.4.6.1. Galvanik Anotlu Katodik Koruma	24
3.2.4.6.2. Dış Akım Kaynaklı Katodik Koruma Sistemi.....	26
3.3. Boru Hattı Güvenliği	28
3.3.1. Boru Hattında Karşılaşılan Sorunlar	29
3.3.1.1. Giderilme Çareleri	29
3.3.2. Hırsızlık.....	30
3.3.3. Boru Hattı Basınç Düşmelerinde Yapılması Gereken İşlemler.....	31
3.3.4. Petrol Hırsızlıklarının Tamirâtı	31
3.3.4.1. Boru Hattı Üzerine Maşon Kaynatarak Yapılan Hırsızlıklar.....	31
3.3.4.1.1. Yapım Şekli	31
3.3.4.1.2. Tamirâtı	32
3.3.4.2. Boru Hattı Üzerine Kelepçe Takılarak Yapılan Hırsızlıklar.....	32
3.3.4.2.1. Yapım Şekli	32
3.3.4.2.2. Tamirâtı	33
3.4. Çevre Korumaya Yönelik Dikkat Edilecek Hususlar	33
3.5. Ham Petrol İletimi ve İşletme Prosesleri	34
3.5.1. Ham Petrol Taşınmasına ve Yüklenmesine İlişkin Planlama	35
3.5.2. Ham Petrol Üretimi	35
3.5.3. Su Tahliyesi.....	36
3.5.4. Transfer İşlemi	36
3.5.5. Ana Hattı Pompaj	37
3.5.6. Ana Hattı Yardımcı Pompaj	38
3.5.7. Ana Hattı Enjeksiyon Pompajı	39
3.5.8. Ham Petrol Tanklarının Doldurulması.....	39
3.5.9. Ham Petrolün Tankere Yüklenmesi	40
3.5.10. Ham Petrol İletiminde Dikkat Edilecek Hususlar	42
3.5.11. Farklı Taşıyıcı Firmaların Petrolü Taşınırken Dikkat Edilecek Kurallar.....	42
3.5.12. Diğer Prosesler	43
3.5.12.1. Ham Petrol Tapası ve Değiştirilmesi	43
3.5.12.2. Pik Yerleştirme	44

3.5.12.3. Pik Alımı.....	45
3.5.12.4. Pik Kovanı Temizleme	45
3.5.12.5. Terminalde Ham Petrolün Depolanması ve Gemiye Yüklenmesi.....	45
3.5.12.6. Tankerin İskeleye Yanaşması ve Hortumların İskeleye Bağlanması	46
3.5.12.7. Tank Kapanış İşlemleri	46
3.5.12.8. Hesaplama İşlemleri.....	47
3.5.12.8.1. Ham Petrol Hesaplamaları	47
3.5.12.8.2. Paçal Hesaplamaları	48
3.5.13. Laboratuvar Prosesleri.....	49
3.5.13.1. Numunenin Sıcaklık ve Gravite Ölçümü.....	49
3.5.13.2. Numunenin % Su Tespiti	49
3.6. İşletmede Kullanılan Vana Tipleri ve Özellikleri.....	50
3.6.1. Sürgülü Vana (Gate Valve)	50
3.6.1.1. Sürgülü Vananın Üstünlükleri	51
3.6.1.2. Sürgülü Vananın Zayıf Yönleri	51
3.6.2. Küresel Vana (Ball Valve)	52
3.6.2.1. Küresel Vananın Üstünlükleri:	53
3.6.2.2. Küresel Vananın Zayıf Yönleri:.....	53
3.6.3. Kelebek Vana (Butterfly Valve)	54
3.6.3.1. Kelebek Vananın Üstünlükleri.....	54
3.6.3.2. Kelebek Vananın Zayıf Yönleri.....	55
3.6.4. Çekvalf Vana (Check Valve)	55
3.6.4.1. Kalkışlı Çek valfler (Lift Check Valves).....	55
3.6.4.2. Çalpara Çek Valfler (Swing Check Valves)	56
3.6.4.3. Membranlı Çek Valfler (Diaphragm Check Valves).....	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	58
4.1. Boru Hattı Hidroliği.....	58
4.1.1. Kararlı Akış	58
4.1.1.1. Sürtünme Kayıpları Hesabı.....	59
4.1.2. Laminer Akış.....	61
4.1.3. Türbülanslı akış	61
4.2. Basınç Kayıpları Nereleden Gelir?.....	62

4.2.1. Lamdanın (λ) Bulunması:	63
4.2.2. Borunun Akışkana Karşı Direnci	64
4.2.3. Farklı Türde İki Petrolün Borudaki İlerleyişi	65
4.2.4. Tighline ve Slackline Çalışma:	66
4.3. Hidrolik Profili Üzerinde Hesaplamalar	67
4.3.1. Petrolün Hızı	68
4.3.2. Basınç Kayıpları	69
4.3.2.1. Sürtünmeden Kaynaklı Kayıplar	69
4.3.2.2. Kot Farkından Dolayı Oluşan Basınç Kaybı	71
4.4. Kuzey Irak Petrolü İçin Kapasite Hesaplanması	71
4.5. Farklı Çalışma Şartlarında Tutulan Basınç Kayıtları:	73
4.6. Teknolojik Yenilikler	78
4.6.1. Akıllı Pik Uygulaması	78
4.6.1.1. Akıllı Pikin Kullanılma Amaçları	79
4.6.1.1.1. Boru Hattının Coğrafi Özelliklerinin Belirlenmesi	79
4.6.1.1.2. Boru Hattının Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	81
4.6.1.2. Akıllı PİG Operasyonu Yapılmadan Önce Uygulanması Gerekenler	83
4.6.1.2.1. Temizleme PİK'i Operasyonu	83
4.6.1.2.2. Caliper PİG Operasyonu	84
4.6.2. Boru Hattında Kullanılan Aktuatörlü Vanalar	85
4.6.3. Seviye Ölçü Sistemleri	85
4.6.3.1. Mekanik Geyc İle Ölçüm	86
4.6.3.2. Radar İle Ölçüm Sistemi	88
4.6.4. Scada sistemleri	89
4.6.4.1. Scadanın Proses Kontrolündeki Süreci ve Tanıtımı	89
4.6.4.2. Scada Kullanımına Elverişli Uygulamalar	90
4.7. Geçmiş Yıllara Ait Faaliyetler	91
4.7.1. Son on yıl Petrol taşıma durumu (Varil)	91
4.7.2. Yüklenen Tanker Sayıları	92
4.7.3. Batman'da Rafineriye Verilen Petrol Miktarı	92
4.7.4. Kapasite Kullanım Durumu	93
4.7.5. Taşıma Verimlilik Durumu	93

4.7.6. Ana hat Duruş Saatleri ve Nedenleri.....	94
4.7.7. Hırsızlık Sayıları	94
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	96
6. KAYNAKÇA	103
TEŞEKKÜR.....	105
ÖZGEÇMİŞ	106

ÖZET

BATMAN - DÖRTYOL HAM PETROL BORU HATTI İNCELENMESİ VE GELİŞTİRİLMESİ İÇİN SİSTEM ÖNERİLERİ

Türkiye'nin ilk ham petrol boru hattı olma özelliğine sahip Batman Dört Yol Ham Petrol Boru Hattı, Batman ve çevresinden çıkarılan ham petrolü taşımak üzere 4 Ocak 1967 tarihinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından işletmeye açılmış ve mülkiyeti, 10 Şubat 1984 tarihinde BOTAŞ'a devredilmiştir. (BOTAŞ, 2013)

Petrolü satın almayıp yalnızca taşıma işi yapan BOTAŞ, TPAO'nun ve diğer arama lisansı bulunan şirketlerin çıkardığı ham petrolü, kanunlarla bu petrolü satın alma yükümlülüğü bulunan TUPRAŞ'a teslim ederek bir nakliyecisi rolü üstlenmektedir. BOTAŞ Dört Yol İşletme Müdürlüğü'nün geliri sadece bu taşıma işinden oluşmaktadır. Gemilere yükleme yapmak üzere BOTAŞ'ın kendine ait bir ham petrol yükleme iskelesi mevcuttur. BOTAŞ iskelesi su seviyesinden 6 metre yükseklikte dikey olarak 1320 metre uzanmaktadır ve iskele ucundaki deniz derinliği 14,5 metredir. İskele T şeklinde tasarlanmış ve yük gemileri kıçtankara yanaşarak yüklerini alabilmektedirler.

İşletme bünyesinde bir de atık su arıtım sistemi mevcut olup, bu sistem ile atık su zararlı maddelerden ayrılıp alınan izin dâhilinde denize deşarj edilmektedir.

Batman'dan başlayarak Dört Yol iskelesinin ucundan gemiye yüklenene kadar ham petrolün basınçlandırılması, taşınması, ötelenmesi, ölçülmesi, hesaplanması birçok karışık işlem gerektirmekte ve sürekli takip ile operasyon yürütülmektedir.

İşletme bünyesinde Bakım Onarım Grubu, Elektrik Atölyesi, Motor Atölyesi, Kalite çevre birimi, Yangın birimi, Telekom ve otomasyon birimi, Güvenlik birimi, Sosyal işler birimi, İskele ve Balast Şefliği ve Dispeçerlik birimi kurulmuştur. Dört Yol'da en ana birim petrolün tüm pompaj, taşıma ve yükleme koordinasyonunu sağlayan İşletme Başmühendisliğidir. Dispeçerlik ve İskele birimleri de bu başmühendisliğe bağlanmıştır. Bu terminalde Paçal işlemi, tanka alma işlemi, transfer işlemi, su tahliye işlemi, gemi yükleme işlemleri gerçekleştirilir. Ayrıca diğer tüm istasyonların hareketleri de bu istasyondan yönlendirilir. 1967 tarihinden sonra sürekli olarak çalışan boru hattı zaman zaman yenilenip onarılmasına rağmen teknolojiye gelişmeleri takip edememiştir. Kuruluşunda 25 yıl çalışma esasına göre tasarlanan ve planlanan boru hattı, yaklaşık 45 yıldır faaliyetini sürdürmekte olduğu için oldukça eski ve yıpranmış olmakla beraber günümüz teknolojisinde de oldukça uzak kalmıştır.

Bu çalışmada öncelikle Batman - Dört Yol ham petrol boru hattının incelenmesi yapılmış, teknolojik durumu göz önüne koyulmuş, operasyonlarla ilgili bilgiler verilerek kapasite ve faaliyetlerine göz atılmış ve bu bilgiler ışığında sistemin verimliliğini arttırmak için öneriler sunulmuştur.

2013, 106 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dört Yol Boru Hattı, BOTAŞ, Petrol Taşıma, Ham Petrol, Boru Hattı

ABSTRACT**EXAMINATION OF BATMAN – DÖRTYOL CRUDE OIL PIPELINE AND
RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE SYSTEM**

Distinction of being the first crude oil pipeline of Turkey, Batman Dörtöl Crude Oil Pipeline was to come on stream on January 4, 1967 to transport crude oil which is produced in Batman and the surrounding area by Turkey Petroleum Corporation and on February 10, 1984 its ownership have been transferred to BOTAŞ. (BOTAŞ, 2013)

BOTAS assumes the role of a courier of oil and its profession is not purchasing or exploration of oil but only transporting crude oil to TÜPRAŞ -which has obligation by the laws of buying oil produced in boundaries of Turkey- from TPAO and other search companies that has license of crude oil exploration. BOTAS Dörtöl Operation directorate's revenue consists of only that transportation business.

BOTAS has its own pier to load crude oil to ships which has height of 6 meter from water level and lays vertical length of 1320 meters by the sea, and has 14.5 meters depth at the end of the scaffolding. The pier is designed T-shaped and can take cargo ships by theirs aft by the flow rate of 3500 m³/h.

Waste water treatment system is available in the facility area and by this system the harmful substances are separating in waste water then discharged into the sea within the permit. Within the facility there has been established Maintenance and Repair Unit, Electric Unit, Engine Workshop Unit, Quality Environmental Unit, Fire Unit, Telecom and Automation Unit, The Security Unit, The Social Affairs Department, Chieftaincy of Ballast and Pier Unit and Dispatching Unit. The main unit of facility is Department Of Petroleum Management Engineering which provides the coordination of transportation and loading of oil. Chieftaincy of Ballast and Pier and Dispatching Units are directed by this department. This department performs tank-preparation, transfer crude oil to tank to tank process, water discharges, and ship loading operations. In addition, the operations of all the other stations are directed by this station. After the date of starting the operations of this pipeline which operates constantly, have been refurbished and repaired from time to time but it wasn't able to follow the developments in technology. This pipeline have been operating nearly 45 years which was planned and designed for 25 years, is quite old and worn and now being far from today's technology.

In this study first Batman Dörtöl crude oil pipeline is examined, then information about operations are invested, capacities and activities are given and in the light of this information recommendations are given to increase the efficiency of the system.

2013, 106 pages

Key Words: Dörtöl Pipeline, BOTAŞ, Oil Transportation, Crude Oil, Pipeline

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Kesit Alanı
API	American Petroleum Institute, Amerikan Petrol Enstitüsü
ASTM	American Society For Testing And Materials, Amerikan Malzeme Test Birliği
Bar	Basınç Birimidir. 1 Bar 105 Paskal'dır. Bir Paskal İse 1 N/M2'dir.
bbl	Varil
BIL	Botaş International Limited, Uluslararası Botaş Şirketi
BOTAŞ	Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.
C	Santigrat
cm	Santimetre
cSt	Centistokes, Kinematik Viskozite Birimi
ÇED	Çevre Etki Değerlendirmesi
D	Borunun İç Çapı, m
DCS	Dağılık Kontrol Sistemleri
DLH	Yüksek Hızlı Enjeksiyon Pompası
DN	Diameter Nominal, Nominal Çap
EN	Europeane Norm, Avrupa Standartları
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
F	Fahrenheit
f	Boyutsuz Sürtünme Faktörü
g	Yerçekimi İvmesi, m/sn ²
GHz	Gigahertz=1000 Mhz
GPS	Global Positioning System, Küresel Yer Belirleme Sistemi
H ₂ S	Hidrojen Sülfür Gazı
hgeo	Coğrafi Kayıp
HMI	Human Machine Interface, Makine Arayüzü
hs	Lokal Kayıplar
HSCI	Yüksek Silikonlu Dökme Demir
hv	Boru Sürtünme Kaybı
ID	Boru İç Çapı
IPE	International Petroleum Exchange, Uluslararası Petrol Piyasası
ISO	International Organization For Standardization, Uluslararası Standart Enstitüsü
ITP	Irak Türkiye Boru Hattı
inch	2,54 cm
kv	Kilovolt
KWH	Kilovat Saat
L	Boru Uzunluğu

LAN	Local Area Network, Yerel Ağ Bağlantısı
LNG	Liquefied Natural Gas, Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	Liquefied Petroleum Gas, Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
m	Metre
MARPOL	Marine Pollution, Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Sözleşmesi
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi
MLP	Main Line Pump, Ana Hat Pompası
MP	Main Pump Ana Pompa
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Mton	Metrik Ton
MTU	Master Terminal Unit, Ana Terminal Ünitesi
OD	Anma Çapı
ohm	Ohm, Elektrikte Direnç Birimidir (Simge Ω)
P	Akışkan Tanecikğine Uygulanan Basınç, Pascal (Newton/m ²)
PERENCO	Fransız Petrol Arama/Çıkartma Şirketi
PS	Pump Station, Pompa İstasyonu
Q	Debi
Re	Reynolds Sayısı
RTU	Remote Terminal Unit, Uzak Terminal Ünitesi
SCADA	Denetisel Kontrol ve Veri Kazanımı
SG	Spesifik Gravite
SSU	Saybolt Universal Seconds, Kinematik Viskozite Birimi
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TPPD	Türkiye Petrolleri Petrol Dağıtım
TS	Türk Standardı
TÜPRAŞ	Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
v	Akışkan Tanecikğin Hızı, m/sn
wt	Et Kalınlığı
z	Akışkanın Referans Yatay Bir Düzleme Göre Konumu, m
γ	Akışkanın Kinematik Viskozitesi, m ² /sn.
λ	Boru Sürtünme Katsayısı
ρ	Akışkanın Yoğunluğu, kg/m ³

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Boru Hattı Teknik Özellikleri	10
Çizelge 3.2. Batman Terminali Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri.....	13
Çizelge 3.3. Diyarbakır İstasyonu Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri	14
Çizelge 3.4. Sarıl İstasyonu Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri.....	15
Çizelge 3.5. Dört Yol Terminali Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri.....	18
Çizelge 3.6. BOTAŞ Dört Yol İskelesi Hakkında Teknik Bilgiler.....	19
Çizelge 4.1. Her Bir Debi İçin Boru Hattının İçinde Petrolün Akış Hızı	69
Çizelge 4.2. Farklı Debi Değerleri İçin Sürtünmeden Kaynaklı Basınç Kayıpları.....	71
Çizelge 4.3. Kuzey Irak Petrolü İçin Farklı Debilerde Gereken Pompa Basınçları.....	73
Çizelge 4.4. Batman Dört Yol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri.....	75
Çizelge 4.5. Batman Dört Yol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri (Devamı)	76
Çizelge 4.6. Batman Dört Yol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri (Devamı)	77
Çizelge 4.7. Son On Yıl Petrol Taşıma Durumu.....	91
Çizelge 4.8. Yüklenen Tanker Sayıları	92
Çizelge 4.9. Batman'da Rafineriye Verilen Petrol Miktarı.....	92
Çizelge 4.10. Kapasite Kullanım Durumu	93
Çizelge 4.11. Taşıma Verimlilik Durumu.....	94
Çizelge 4.12. Ana hat Duruş Saatleri ve Nedenleri	94
Çizelge 4.13. Hırsızlık Sayıları	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hazne Kayaç Yapısı.....	5
Şekil 3.1. Batman Dört Yol Boru Hattı Hidrolik Grafiği.....	11
Şekil 3.2. Boru Hattının Harita Üzerindeki Konumu.....	12
Şekil 3.3. İşletmenin Sınırlarının Uydudan Genel Görünümü.....	16
Şekil 3.4. Tank Sahası ve Pompa Binasının Mevcut Durumu	18
Şekil 3.5. Balast Tesisi Proses Akım Şeması.....	21
Şekil 3.6. Şamandıra Sistemi İle Tank Seviyesi Ölçümü.....	22
Şekil 3.7. Galvanik Anotlu Katodik Koruma Sistemi.....	25
Şekil 3.8. Galvanik Anotlu Katodik Koruma Sistemi.....	25
Şekil 3.9. Dış Akım Kaynaklı Katodik Koruma Sistemi	27
Şekil 3.10. Sürgülü Vana Şematik Çizimi	51
Şekil 3.11. Küresel Vana Şematik Çizimi.....	53
Şekil 3.12. Kelebek Vana Şematik Çizimi.....	54
Şekil 3.13. Kalkışlı Çek Valf Şematik Çizimi	56
Şekil 3.14. Çalpara Çek valf Şematik Çizimi	56
Şekil 4.1. Süreklilik Denklemi Şematik Çizim	59
Şekil 4.2. Bernoulli Denklemi Şematik Gösterimi.....	60
Şekil 4.3. Laminer ve Türbülanslı Akış	62
Şekil 4.4. Moody Diyagramı	63
Şekil 4.5. Borunun Akışkana Karşı Direnci.....	64
Şekil 4.6. Pompanın Debinin Değişmesiyle Çalışması.....	65
Şekil 4.7. Boruda iki farklı akışkan varsa basınç çizgisinin değişimi.....	65
Şekil 4.8. Tightline ve Slackline Çalışma Şartlarında Basınç Eğrisi	66
Şekil 4.9. Boru İçerisinde Slackline Çalışma Durumu	67
Şekil 4.10. Boru Hattı Boyunca Basınç Eğrileri	67
Şekil 4.11. Boru Hattı Hidrolik Grafiği	74
Şekil 4.12. Örnek Bir Akıllı Pik.....	79
Şekil 4.13. Akıllı Pik Rapor Programı Bilgisayar Görüntüsü.....	80
Şekil 4.14. El GPS Ölçüm Cihazı	80

Şekil 4.15. Korozyona Uğramış Bir Boru Yüzeyi Görüntüsü	82
Şekil 4.16. Korozyona Uğramış Bir Boru Yüzeyi Görüntüsü	82
Şekil 4.17. Yüzeysel Korozyonun Görünümü	82
Şekil 4.18. Akıllı Pik 'in Ölçtüğü Bir Kesit Daralması ve Programdaki Görüntüsü	83
Şekil 4.19. Temizlik Pigi.....	84
Şekil 4.20. Caliper Pik	84
Şekil 4.21. Tipik Bir Mekanik Geyc Uygulaması.....	86
Şekil 4.22. Mekanik Aktüatör Parçalarının Gösterimi.....	87
Şekil 4.23. Mekanik Geyc Çalışma Prensibi Şematik Gösterimi	88
Şekil 4.24. Tipik Bir Radar Cihazı Görünümü	89

1. GİRİŞ

1.1. BOTAŞ Hakkında

Petrol denilince akla ilk gelen kuruluşların başında gelen BOTAŞ, yani Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi'nin ilk faaliyetine başladığı ve kurulduğu yer olan Batman-Dörtyol Boru Hattı aslında 1967 de işletmeye açılmasından daha önce 1949 yıllarında planlanmıştır. O zamanki petrolün arama yetkisi TPAO kurulmadan önce Maden Tetkik ve Arama Enstitüsündedir ve kurulduğu 1935 yılından 1950 yılına kadar bu faaliyetine devam etmiştir. Dönemin MTA genel müdürü İhsan Ruhi Berent Batmanda petrol bulunduktan sonra önce bu petrolü işlemek üzere Batmanda Rafineri kurma ve petrolü İskenderun limanına taşımak için yabancı firmalara proje çalışması yaptırdıysa da o yıllarda bunu hayata geçirememiştir. Ancak TPAO kurulduktan ve mevcut Batman rafinerisi kapasitesi yetmediği ortaya çıktıktan sonra bu boru hattı projesi tekrar gündeme gelerek yapımına 1964 yılında başlanmıştır.

Yaklaşık 45 yıldır faaliyetini sürdüren ve büyük ölçüde ilk kurulduğu haliyle işletilmesine devam eden Batman-Dörtyol boru hattı artık birçok yönüyle teknolojiye uzak kalmıştır. Bir işletmenin özellikle yaptığı iş her geçen gün teknolojik olarak gelişmekte olan bir sektörde faaliyet sürüyor ise devamının sağlanabilmesi için o işletmenin mutlaka çağın teknolojik gelişimine ayak uydurabilmesi gerekmektedir.

Özellikle otomasyon, uzaktan kontrol ve ölçüm sistemlerinde olan gelişmeler oldukça ileri seviyeye gitmesiyle birlikte yeni kurulan Boru hattı işletmelerinde bu üç yapıtaşı olmazsa olmaz hale gelmiştir. Bir boru hattında insan faktörünü azaltmak ve işleri olabildiğince hata payını azaltır hale getirmek işletme için hayati önem taşımaktadır. Uzaktan kontrol ise 511 km uzunluğunda bir hat için olmazsa olmaz bir sistemdir. 1967 yılından buyana olan olaylar incelendiğinde boru hattında oluşan petrol kayıplarının en büyük nedenlerinden birinin uzaktan vanalar kapatılamadığı için uzun süre petrolün akmasının engellenememesi olmuştur. Eğer uzaktan vanalar kapatılıyor olsaydı 2005 yılında oluşan o büyük patlak olayında Atatürk barajında oluşan kirlilikte devlet 5 trilyon zarara girmemiş olacaktı.

Yeni yapılan tank sahaları ve boru hatları artık daha çok yukarıda anlatılan güvenlik, otomasyon, önceden tehlikeyi görme, anında müdahale, herhangi bir olayı çevre kirliliği olmadan bertaraf edebilme, işletmede insan hata faktörünü en aza

indirme, ürün alış ve satışlarını hassas doğrulukta yapabilme ve bunun gibi işletme şartlarını teknolojik gelişmeler üzerine kurulmaktadır.

Devlette ise malum kurumsal ve ağır yapıdan dolayı işletmeler teknolojik yeniliklere tepki vermekte gecikiyorlar ve seneler geçtikçe birçok kurum günümüzdeki atıl yapısına bürünmüş oluyor. Oysaki özellikle enerji ve üretim sektöründe yeniliklere erken tepki vermek ve sistemini devamlı yeni halde tutmak gerekmektedir. Bu hem güvenilirliği arttırır hem de sistemin eskiliğinden dolayı oluşan ölçme ve elleçleme / üretim kayıplarından oluşan kayıplar azaltılarak karlılık ve verimlilik yükseltilmiş olur. Örnek verecek olursak Dört Yol İşletme Müdürlüğü'nde şu anda ölçüm sistemi otomasyonla yapılmamakta ve teknik eğitim almamış olan operatör kadrosundaki insanlarla yapılmaktadır. Her gemiye ürün verme ve hattan gelen petrolü tanka alma işlemi gibi operasyonlarda tankın hem açılış hem de kapanış ölçüsü alınıp aradaki fark bulunarak giren ya da çıkan miktar belirlenir. Bir tankın 150.000 varil petrol aldığı ve her mm'nin 9 varil ölçüldüğü göz önüne alınırsa yaklaşık 17 metrelik bir tankta yani 17.000 mm yüksekliğindeki bir tankta 2 ml'lik bir hata yaklaşık 20 varile denk gelir ki bu da günümüz petrol fiyatlarında yaklaşık 2000 dolar yapar. (Ham petrol fiyatı ortalama varil başına 100 dolar olarak alınmıştır.) Hem açılışta hem kapanışta bu hataların yapıldığı farz edilse bu değer ikiye katlanır. Yani her açılış kapanış işleminde 4000 dolarlık bir hata milyon dolarlık bir gemi yüklemesi operasyonu için olağan ve kabul edilebilir gibi görünse de her gün bu ölçümün birkaç defa yapıldığı, her istasyonda yapıldığı ve farklı kişilerce ölçüm alınmasının getireceği hata ihtimalinin artması durumu da düşünülürse hem BOTAŞ hem de çalıştığı TPAO, TUPRAŞ, PERENCO ve diğer birçok firma açısından büyük kayıp demek olacaktır.

Yukarıda verilen örnek sadece ölçüm işleminde yapılan hata göz önüne alınarak ortaya koyulmuştur. Ölçüm sistemi ise BOTAŞ'ın taşımacılık işindeki işlemlerinden sadece bir tanesidir. Bunlar gibi onlarca yeni teknolojik gelişme sistemde düşünülürse verimliliğin arttırılması için yeniliklere ayak uydurmak gerekliliği daha açık anlaşılmış olacaktır.

1.2. Ham Petrol Hakkında

“Toprak altında milyonlarca yıl öncesinden organik materyalin dönüşümüyle ile oluşmuş ve gözenekli kayaç yapılar içerisinde hapsolmuş sıvı haldeki hidrokarbonlara ham petrol adı verilir. Ham Petrolün başındaki "ham" kelimesi bir hammadde olduğunu ve henüz işlenmediğini gösterir. Ham petrol, rafinerilerde bileşenlerine ayrıştırıldıktan sonra günlük yaşamımızda kullandığımız pek çok ara madde ve akaryakıt ürünleri elde edilir. Petrol ürünleri günümüzde hayatın olmazsa olmazı haline gelmiştir.

Petrol, karbon ve hidrojen elementlerinin olduğu organik bileşenlerin bir karışımıdır. Ham Petrol, kendi halinde yeryüzüne fay hatları ve kayalardaki çatlaklar yoluyla sızar, birikerek katran, asfalt ve zift havuzları oluşturur. Bu sebeple İngilizcede petrol yerine kullanılan petroleum terimi köken olarak Yunancadan türemiş olup, taş anlamına gelen "petra" kelimesi ile yağ anlamına gelen "oleo" kelimelerinin birleşimidir ve taşıyağı anlamına gelir. Daha önce, Mezopotamya dillerinde naptu kelimesi taşıyağı anlamında kullanılmıştır. Daha sonra bu kelime nafta olarak evrimleşmiş ve bugün pek çok dilin kelime hazinesine ham petrol veya petrolden elde edilen gazyağı ve benzin türü hidrokarbon sıvıları belirtmek üzere girmiştir. İşlenmemiş haldeki ham petrol, yeşil, kehribar, kahverengi, siyah gibi değişik renklerde bulunabilir ve içeriğine bağlı olarak sudan daha akışkan olabildiği gibi, bal kadar da akamaz olabilir” (TPAO, 2013).

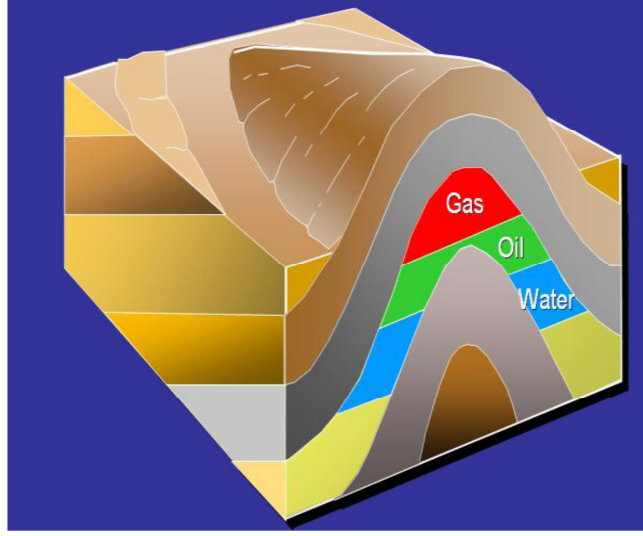
1.2.1. Petrol ve Doğal Gaz Nasıl Oluşmuştur?

Bu sorunun cevabı kesin olarak bilinmemekle birlikte, 20. yüzyılın başından beri ortaya çıkarılan bilimsel araştırma sonuçları, tüm hidrokarbonların yani ham petrolün ana bileşiğinin milyonlarca yıl önce yaşamını yitirmiş canlıların artıklarının durgun deniz ve göl gibi ortamların tabanında birikmesiyle oluştukları tahmin edilmektedir. Teoriye göre belki insanlığın yaratılmasından bile önce yaşamış ve ölmüş olan bitkisel ve hayvansal canlılar, akarsuların bu ortamlara taşıdığı kum, kil ve mineral tanecikleri ile birlikte dibe çökerek yığılmışlardır. Bitkisel ve hayvansal kökenli malzemeler mikroskobik boyuttan gözle görülebilecek boyuta kadar değişen büyüklüklerdeki organik artıklardan oluşurlar.

Milyonlarca yıl süren bu çökelme ve yığılma olayı çökelen malzemenin kalınlığının artmasına neden olur. Ancak, artan kalınlıkla birlikte çökellerin tabana uyguladıkları ağırlıkta artar. Önce çökelen ve altta kalan kayaç bileşenleri sürekli artan üst ağırlık etkisi altında sıkılaşmaya ve birbirlerine tutunmaya başlarlar. Organik artıklar da, sıkılaştıran katı tanecikleri arasında gözenek adı verilen çok küçük boşluklarda ve çatlaklarda su ile birlikte sıkışır ve yeraltındaki ısı, radyoaktif element ışıması, bakteri etkisi ve üst ağırlık baskısı gibi etkenler altında kimyasal bozulmaya ve moleküler değişime uğrarlar. Yüz binlerce, milyonlarca yıl sürebilen ve katajenez adı verilen bu bozunma sürecinde organik kökenli katılar, sıvılar ve gazlar oluşur. Bunlardan sıvılar ve gazlar bozunmalarını sürdürerek bizim algıladığımız anlamda ham petrole ve doğal gaza dönüşürler.

Organik hammaddenin katajenezi sırasında, bu maddelerin gözenek ve çatlaklarını doldurduğu kayaç da diyajenez adı verilen değişim süreci geçirir. Diyajenez sırasında killer, kumlar, organik artıkların kabukları ve mineraller hem kimyasal hem de fiziksel olarak değişimler geçirirler ve sıkılaşıp taşlaşırlar, yeraltı kayaç katmanlarını oluştururlar. Gözenekleri içinde petrol ve gaz oluşan bu kayaçlara hazne kayaç adı verilir.

Bir hazne kayacın içerisinde oluşan petrol ve gaz, kırılmaların oluşturduğu çatlak ve kırık yüzeyleri boyunca kaçarak daha gözenekli kayaçların gözenekleri ve/veya çatlakları içine göç edebilirler. Bu olay petrol veya gazın birincil göçü olarak adlandırılır. Göç olayı kilometrelerce uzağa kadar, yatay veya düşey yönde olabilir. Yeter ki petrol ve gaz içine yerleşebilecekleri gözenekli ve geçirgen bir kayaç bulabilsinler. Gözenekleri suya doymuş, geçirgen bir kayaca göç etmeye çalışan petrol ve/veya gaz, sudan daha düşük yoğunluğa sahip olması nedeniyle yavaş yavaş su ile düşey yönde yer değiştirmeye başlar. Bu olay petrol veya gazın ikincil göçü olarak adlandırılır. Eğer petrol ve gaz bu kayaç gözenekleri içinde sıkışır ve bir başka kayaç içine göç edemezlerse, petrol ve gaz artık kapanmıştır. Yoğunluğu düşük olan gaz üstte olmak üzere, onun altında petrol ve en altta da su, kayaç gözenekleri içinde aşağı doğru sıralanırlar. Molekülleri petrolden çok daha küçük olan gaz bazen petrolün içine giremeyeceği yeni bir göç yolu bulup petrolden ayrılabilir. İşte böyle gözenekleri içinde petrol ve gaz kapanmış bir kayaç parçasına petrol rezervuarı, yalnızca gaz kapanmış bir kayaç parçasına da doğal gaz rezervuarı adı verilir (TPAO, 2013).



Şekil 1.1. Hazne Kayaç Yapısı (TPAO, 2013)

1.2.2. Varil Nedir?

“Ham petrolün dünyada ticaretini kolayca sağlamak için, uluslararası antlaşmaya göre, hacim ölçüsü olarak American Standard Oil Company blue barrel (mavi varil) birimi kullanılır. Blue barrel (1 bbl) hacim olarak 159 litreye (42 gallona) eşittir” (TPAO, 2013).

1.2.3. Gravite Nedir?

Petrolün yoğunluk değeri ölçmek için kullanılan birime “gravite” denir. Uluslararası anlaşmalar ve ticarete ise API (American Petroleum Institute) gravitesi kullanılır. Yoğunluğu 1 gr/cc olan suyun API değeri 10 olarak kabul edilip,

$$API=(141,5/SG)-131,5 \quad (1.1.)$$

şeklinde formüle edilmiştir. SG (Spesifik Gravite) Petrol Yoğunluğunun Su Yoğunluğuna oranı olarak ifade edilir.

$$SG= \text{Petrol Yoğunluğu} / \text{Su yoğunluğu} \quad (1.2.)$$

Hafif petrolün, API gravite değeri daha büyük olurken, yoğunluğu artıkça API gravite değeri düşecektir. API gravite değeri büyüdükçe petrolün de piyasa değeri artar. Dünyada genelde 27–35 API değerinde petrole rastlanmaktadır. IPE Brent diye bilinen petrol 38 API'dir. Dünyada bulunmuş en ağır petrol 5-7 API ve en hafif petrol ise 57 API olarak kayıtlara geçmiştir (TPAO, 2013).

1.2.4. Ham Petrolden Damıtma Yoluyla Elde Edilen Bileşenler Nelerdir?

API graviteye göre bu bileşenlerin oranı değişmekle beraber, ortalama olarak %43 benzin, %18 fuel oil ve motorin, %11 LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı, propan veya propan-bütan karışımı), %9 jet yakıtı, %5 asfalt ve %14 diğer ürünler Ham petrolün rafinerilerde arıtılması ve işlenmesi sonucunda elde edilmektedir (TPAO, 2013).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ham petrol boru hatları ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup özellikle ülkemizde bulunan ve işletmesi yine BOTAŞ'a ait olan Ceyhan-Kırıkkale, Bakü-Tiflis-Ceyhan ve Irak Türkiye boru hattı üzerine olmuştur, şimdiye kadar Batman - Dört Yol boru hattı üzerinde böyle detaylı bir inceleme yapılmamıştır.

Daha önceki yapılan çalışmalar daha çok boru hattının ekonomik ve çevresel etkileri üzerine olmuştur. Birçok makalede de boru hattının daha sonra bir bölümde bahsedilecek olan katodik koruması hakkında bazı öneriler üzerinde durulmuştur. Özellikle Bakü'den gelen boru hattının ekonomik ve stratejik çok büyük önemi bulunmaktadır.

BOTAŞ son dönemlerdeki doğalgaz tüketiminin artması ve yeni yaptığı boru hatları ve doğalgaz alış anlaşmalarından sonra yönünü neredeyse tamamen doğalgazın alınması pazarlanması ve taşınmasına çevirmiş olmakla beraber petrol de halen Türkiye açısından önemli bir yere sahiptir.

Işık (2008) Bilişim Teknolojileri Dergisinde yayınlanan çalışmasında şu sonucu çıkarmıştır: “Boru hattı ve tank sahası için kurulan istemleri korozyona maruz bırakmamak için yapılan katodik koruma sistemlerinin etkin bir koruma ve bunun süreklilik sağlayabilmesi gerekir. Bunun için otomasyonun mutlaka kurulması gerekmektedir. Bu amaçla SCADA sistemi kullanılabilir”.

Karadoğan (2010) 9.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde Boru hatlarının Türkiye’de yapılabilirlik oranlarını şöyle belirtilmiştir:

Boru	% 90
İnşaat İşçiliği	% 100
Nakliye.....	% 80-90
Proje Yönetimi....	% 50-60
Pompalar.....	%10-50
Vanalar.....	% 10-50
Müşavirlik.....	% 30-40
İzolasyon.....	% 100
Tanklar.....	% 90
Kontrol/Haberleşme..	% 70

Deniz (2008); Boru Hatları Yapımında Teknik Esaslar ve Tedarikte Güvenlik isimli sunumunda Güvenlik konusunda incelemeler yapmış ve sonuç olarak: “Petrol boru hatlarındaki site yönetimi ile tehlike analizi yapılarak risk analizi yapıp, acil durumlara önceden hazırlıklı olunursa, kazaları önlemek veya zararlarını azaltmak olanaklıdır” sonucunu çıkartmıştır.

Yine Karadoğan (2010) 9.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde Boru hattıyla taşımanın üstünlüklerini şu şekilde açıklamıştır:

- Ekonomik
- Taşıma fiyatları değişken değil
- İşletmesi kolay, bazen otomatik
- Gömülü hat çevreyi rahatsız etmez
- Gömülü hat sabotaja karşı daha güvenli
- Boş konteynerleri geri göndermek gibi bir sorun yok
- Hat kapasitesini artırmak mümkün
- Gömülü hat trafik ve benzer servisleri engellemez
- Rota seçmek karayolu ve demiryolundan kolay
- Kaza/ton-km oranı düşük
- Araçların geçemeyeceği yerden geçmesi mümkün

Boru hattıyla taşımanın zayıflıklarını ise;

- İlk yatırımı yüksek
- Hattın doldurulma maliyeti yüksek
- Tıkanma, durma/kalkma sorunları var
- Kaçak sorunu

Olarak anlatmıştır. (Karadoğan, 2010)

Ulaştırma bakanlığı resmi internet sitesinde yayınlanan 2009-2013 stratejik planlarında Boru hatları üzerine olan bölümün son kısmında öneri olarak şu üç madde belirtilmiştir;

1. Ülkemizin coğrafi ve jeopolitik konumunun sağladığı avantajlarıyla Doğu’nun enerji kaynaklarının Batı’ya aktarılması yönünde ham petrol ve doğal gaz hatlarını yaygınlaştırarak, ülkemizin bir enerji koridoru haline gelmesini sağlamak,
2. Türk Boğazlarının deniz trafiği yükünü azaltan ham petrol ve doğal gaz hatlarının yaygınlaştırılması,

3. Uluslararası ilişkileri de dikkate alarak hükümetin oluşturacağı enerji ve ulaştırma politikaları doğrultusunda çalışmaları sürdürmek. (TC. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2009)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Boru Hattının Mevcut Durumu

3.1.1. Genel Bilgiler

BOTAŞ Batman-Dörtüyl Ham Petrol Boru Hattı Türkiye'nin ilk ve tek Milli Ham Petrol Boru Hattıdır. 04 Ocak 1967 tarihinde resmen işletmeye açılmıştır. Amacı; ülkemizdeki bölgelerden (Batman, Diyarbakır ve Adıyaman) çıkartılan ham petrolü boru hattı vasıtasıyla Hatay Dörtüyl'daki deniz terminaline güvenli bir şekilde aksatmadan taşımaktır. (BOTAŞ, 2013)

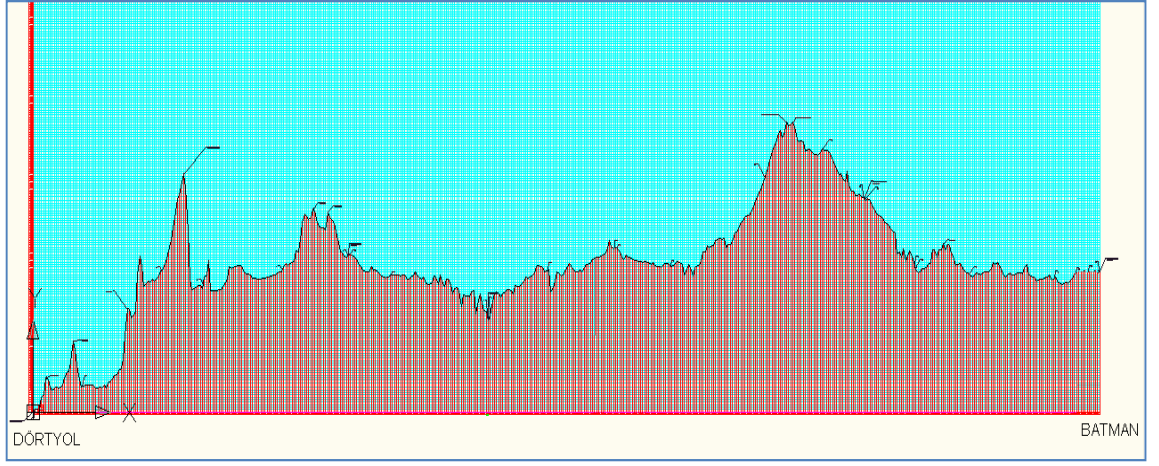
3.1.2. Teknik Bilgiler

Çizelge 3.1. Boru Hattı Teknik Özellikleri (BOTAŞ, 2010)

BORU HATTI TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Boru Hattının Adı	BOTAŞ Batman – Dörtüyl Ham Petrol Boru Hattı
Batman – Dörtüyl Boru Hattı Uzunluğu	511.119 metre, (495.683 varil.)
Batman – Diyarbakır İst. Arası	104.580 metre, (101.422 varil.)
Diyarbakır İst. – Sarıl İst. Arası	253.296. metre, (245.646 varil)
Sarıl İst. – Dörtüyl Terminali Arası	153.243. metre, (148.615 varil.)
Boru dış çapı	18 inç (45.72 cm)
Boru et kalınlığı (Normal Güzergâhlar)	0.281 inç (0.713 cm)
Taşınan Gravite	21 API - 33 API
Spesifik Gravite (ton/m³)	0,928 - 0,845
İşletme basıncı max.	65 bar
Akış Hızı(V)	0,53 m/sn – 0,80 m/sn
İşletme sıcaklığı	Min: 25 °F, max : 150 °F
Kapasite	70.000 varil/gün, 1992 Yılı: 86.400 varil/gün
Yüksek Geçitler	Karacadağ 1200 m, Aslanlı Bel: 970 m.
Geçtiği İller (Sırası ile)	Batman, Diyarbakır, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep, Kahramanmaraş, Osmaniye, Hatay

3.1.3. Boru Hattı Hidrolik Grafiği

Hidrolik grafik boru hattının geçtiği yerlerdeki deniz seviyesinden yüksekliğini gösteren bir grafikdir (Şekil 3.1.). Bu grafiği hazırlamak için boru hattı üzerinde çok sayıda noktada yükselti alınmış ve Autocad Programında her bir yükselti için bir çizgi çekilmiş, en sonunda da bu çizgiler birleştirilmiştir. Ortaya çıkan grafiğe göre boru hattının tehlikeli yerleri, kritik noktaları ve basınç yükseltme istasyonlarının nerelere konumlanması gerektiği görülmektedir. Boru hattı ile ilgili tüm mühendislik yaklaşımlar ve hesaplamalar, basınç ve pompa değerleri bu grafik kullanılarak yapılmaktadır. Daha sonra bu grafik üzerinde kritik noktalar üzerinde durulacaktır.



Şekil 3.1. Batman Dörtüyl Boru Hattı Hidrolik Grafiği

3.1.4. Boru Hattının Harita Üzerindeki Konumu

Batman- Dörtüyl Ham petrol Boru hattı aşağıdaki harita üzerinde de görüleceği üzere (Şekil 3.2.) Batmandan Başlayarak 511 km boyunca Diyarbakır, Şanlıurfa, Adıyaman, Gaziantep, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinden geçerek Hatay'ın Dörtüyl ilçesinde Denize ulaşmaktadır. Harita incelendiğinde bu boru hattının amacının Batman yöresindeki ham petrolü en yakın açık denize indirmek olduğu görülmektedir. Böylece buradan istenilen yere nakliyesi çok kolay olacaktır.



Şekil 3.2. Boru Hattının Harita Üzerindeki Konumu

3.1.5. Boru Hattının Geçtiği İller İçerisinde Kalan Uzunlukları

Hatay	: 14 Km.
Osmaniye	: 57 Km.
Gaziantep	: 65 Km.
Kahramanmaraş	: 64 Km.
Adıyaman	: 13 Km.
Şanlıurfa	: 164 Km.
Diyarbakır	: 122 Km.
Batman	: 12 Km.
<u>TOPLAM</u>	<u>: 511 Km.</u>

3.2. Terminal ve İstasyonların Mevcut Durumu

3.2.1. Batman Terminalinin Mevcut Durumu

Petrolün TPAO'dan ilk teslim alındığı yer olan Batman Terminalinde 7 adet 150.000 varil kapasiteli tank bulunmaktadır. BOTAŞ'ın Okulu olarak isimlendirilen bu işletmede çok çeşitli operasyonlar yapılmakta olup, petrol tesliminden başlayarak, tanka alma işlemi, paçal yapma işlemi, mikserleme işlemi, pompaj işlemi, transfer işlemleri, su tahliye işlemi, rafineriye teslim etme işlemi, ters pompaj işlemi yapılmaktadır. Terminalin toplam yüz ölçümü 390 dönümdür. Buradaki tanklar yüzer tavanlı olup;

isimleri 101 ile başlayıp, 107 ye kadar devam etmektedir. Batman terminali yapı itibariyle Dört Yol terminaline çok benzemekle beraber, Batman terminali içerisinde tanklardan iki ayrı hat çıkmakta ve iki ayrı hat girmektedir. Bu sayede transfer işlemleri çoğu zaman pompa bile kullanmaya gerek kalmadan seviye farkıyla dahi yapılabilmektedir. Ayrıca Batman’da TÜPRAŞ’a ait olan rafineriye ürün transferi sağlayacak ve TÜPRAŞ’tan ürün alacak iki ayrı hat bulunmaktadır. Batman terminali BOTAŞ Dört Yol İşletme Müdürlüğü’nün en yoğun çalıştığı istasyondur.

Çizelge 3.2. Batman Terminali Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri

BATMAN TERMİNALİ TANK KAPASİTELERİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİ				
TANK NO	ÜRÜN	KULLANICI	KAPASİTE	
			VARİL	M3
101	AĞIR MOTORİN	BOTAŞ	150.000	23.848
102	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
103	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
104	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
105	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
106	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
107	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848

3.2.2. Diyarbakır Terminalinin Mevcut Durumu

Karacadağ’ın hemen eteklerinde bulunan 445 dönümlük bir araziye kurulmuş olan Diyarbakır pompa istasyonunun asıl kuruluş amacı bu bölgede düşen basıncı pompa vasıtasıyla tekrar yükseltmek ve petrolün Karacadağ’ı atlamasını sağlamaktır. Batmandan bu istasyona kadar olan kısım 104.580 m’dir. Buradan sonra olan kısımda ise Sarıla kadar 253.296 m mesafe olup Diyarbakır istasyonunu düşen petrol basıncını yükseltip Karacadağ seviyesini aşırdıktan sonraki kısımda petrol kot farkıyla Sarıl İstasyonuna kadar ötelenebilmektedir. Diyarbakır’da iki ayrı şirket bulunmakta olup bunlardan birisi TPAO diğeri ise Shell’den satın aldığı kuyularda arama yapan Fransız PERENCO şirkettir. PERENCO şirketi kendi petrolünü ürettikten sonra kendi tanklarında depolayıp, pompaj yapılmaya hazır hale getirmektedir. Daha sonraki

kısımda PİK atılarak TPAO petrolü ile PERENCO petrolü birbirine karıştırılmadan pompaj yapılmaktadır. Bu istasyonda 4 tanesi PERENCO şirketinin 4 adet de TPAO şirketine ait depolama tankı bulunmaktadır. Buradaki tankların kapasiteleri muhtelif olmakla beraber toplam TPAO 238.000 varil ve PERENCO ise 170.000 varil kapasiteye sahip sabit tavanlı tankları bulunmaktadır. Bu tanklara TPAO ve PERENCO şirketleri Sarıcak, Pirinçlik, Kurkan, Beykan kuyularından ürettikleri petroleri depolamakta ve pompaj için yeterli miktara ulaşıldığında program koordinasyonu sağlanarak pompaj yapılmaktadır. Petrol kalitesi olarak bakıldığında Diyarbakır'da Türkiye'nin en kaliteli petrolü çıkmaktadır.

Şirketlerin üretim miktarı:

TPAO Sarıcak: 1.500 varil/gün

PERENCO: 10.000 varil/gün dür.

Çizelge 3.3. Diyarbakır İstasyonu Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri

DİYARBAKIR İSTASYONU TANK KAPASİTELERİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİ				
TANK NO	ÜRÜN	KULLANICI	KAPASİTE	
			VARİL	M3
201	HAM PETROL	PERENCO	25.000	3.900
202	HAM PETROL	PERENCO	25.000	3.900
203	HAM PETROL	PERENCO	60.000	9.500
204	HAM PETROL	PERENCO	60.000	9.500
205	HAM PETROL	BOTAŞ	16.000	2.500
206	HAM PETROL	BOTAŞ	16.000	2.500
207	HAM PETROL	BOTAŞ	103.000	16.300
208	HAM PETROL	BOTAŞ	103.000	16.300

3.2.3. Kahramanmaraş Sarıl İstasyonunun Mevcut Durumu

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesine bağlı Sarıl köyünden ismini alan Dört Yol'dan önceki son pompa istasyonu olan Sarıl Pompa İstasyonunun kuruluş amacı yaklaşık 250 km boyunca basıncı düşen petrolü pompa ile basınçlayarak Nur dağına aşkırtmak ve 153.243 m uzakta olan Dört Yol terminaline ulaştırmaktır. 340 dönümlük bir

araziye kurulan pompa istasyonu da tıpkı Diyarbakır'da olduğu gibi dağın eteğine kurulmuştur. Bu istasyon Batman - Dörtöl boru hattının en çok işleyen ve çalışan istasyonudur. Batmandan da, Diyarbakır'dan da, Sarıl'dan da pompaj yapılsa en son basınçlandırma istasyonu olduğu için devamlı çalışmak durumunda kalmaktadır. Burada 3 adet kendi sahası içinde toplam 69.000 varil ve PS-5 istasyonu içerisinde de 1 adet 135.000 varillik depolama tankı olup toplam depolama kapasitesi 204.000 varildir. Sarıl'da depolama tankları Adıyaman bölgesinden gelen petroleri biriktirmek ve pompaja hazırlamak için kullanılmaktadır. Bu bölgede ortalama günlük 12.000 varil 26 API graviteli petrol üretilmektedir. En çok petrol Batmanda üretilmesi karşın büyük bir kısmı TÜPRAŞ Batman rafinerisine teslim edildiği için, Dörtöl'a en çok petrol ulaştırılan istasyon Sarıl istasyonudur.

Çizelge 3.4. Sarıl İstasyonu Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri

SARIL İSTASYONU TANK KAPASİTELERİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİ				
TANK NO	ÜRÜN	KULLANICI	KAPASİTE	
			VARİL	M3
301	HAM PETROL	BOTAŞ	135.000	21.400
302	HAM PETROL	BOTAŞ	7.000	1.100
303	HAM PETROL	BOTAŞ	15.000	2.400
304	HAM PETROL	BOTAŞ	50.000	7.900

3.2.4. Dörtöl İşletme Müdürlüğünün Mevcut Durumu

Akış sırası itibariyle en sonda olmasına rağmen Batman-Dörtöl Boru hattının merkezi ve işletme müdürlüğü olan terminal, Hatay ilinin Dörtöl ilçesine 8 km mesafede Yeniyurt mevkiinde deniz kenarında 2010 dönümlük bir araziye konumlandırılmıştır (Şekil3.3.). Portakal bahçeleri ile dolu olan istasyon içerisinde 9 adet tank bulunmakta ancak bu tankların 6 tanesinin kullanımı BOTAŞ'a, 3 adedinin kullanımı ise TPPD şirketine verilmiştir. Her biri 150.000 varillik olan yüzer tavanlı tankların 2 tanesinde yalnızca PERENCO diğer 4 tanesinde de TPAO şirketinin ürünleri depolanmakta olup birbirlerine karıştırılmamaktadır. Dörtöl terminali petrolün BOTAŞ'tan artık alıcıya (TUPRAŞ) teslim edildiği noktadır. BOTAŞ taşıyıcı olarak

yalnızca gemiye yüklemelerinden para almaktadır, bu sebeple Dört Yol işletmesinin taşıma görevinin Batman tanklarından başlayıp, Gemiye yüklendiği son borunun ucuna kadar devam ettiği anlaşılabılır. Dört Yol da diğer terminal ve istasyonlardan farklı olarak Bakım Onarım Grubu, Elektrik Atölyesi, Motor Atölyesi, Kalite çevre birimi, Yangın birimi, Telekom ve otomasyon birimi, Güvenlik birimi, Sosyal işler birimi, İskele ve Balast Şefliği ve Dispeçerlik birimi kurulmuştur. Dört Yol'da en ana birim petrolün tüm pompaj, taşıma ve yükleme koordinasyonunu sağlayan İşletme Başmühendisliğidir. Dispeçerlik ve İskele birimleri de bu baş mühendisliğe bağlanmıştır. Bu terminalde Paçal işlemi, tanka alma işlemi, transfer işlemi, su tahliye işlemi, gemi yükleme işlemleri gerçekleştirilir. Ayrıca diğer tüm istasyonların hareketleri de bu istasyondan yönlendirilir.



Şekil 3.3. İşletmenin Sınırlarının Uydudan Genel Görünümü (Google Earth,2011)

3.2.4.1. Tank Sahası ve İşletmenin Mevcut Durumu

İşletmenin tank sahasında 9 adet tank mevcut bulunmaktadır. Her birinin kapasitesi 150.000 varil olup tümü içten yüzer tavanlı tanklardır(Çizelge 3.5.). Tank sahasında bulunan tanklardan 7 adedi 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407 isimli tanklar mülkiyeti BOTAŞ'a ait olup bunlardan sadece 407 tank kiralık olarak TPPD'ye

verilmiştir. 408 ve 409 tanklar ise mülkiyeti TPPD şirketine ait olup, 407, 408, 409 tanklarda beyaz ürün yani benzin ve motorin depolanmakta ve kara dağıtım tankerleri ile dağıtıcı firmalara satılmaktadır. TPPD'ye ait olan tanklar BOTAŞ'ın sistemine dahil olmayıp ayrı bir manifold sistemine bağlanmıştır. Bu tanklara iskeleye yanaşan gemilerden ürün alınmaktadır. BOTAŞ'da ise iskeleden ürün alınmayıp sadece tanklardan iskeleye yanaşan tankerlere ürün yüklenmektedir.

Tank sahasının hemen yanında pompa binası bulunmakta (Şekil 3.4.) ve tanklardan ürün emişi yapıp gemiye sevkiyatını hızlandırmaktadır. Pompa binasında iki ana pompa MP1 VE MP2 vardır, bu iki pompa birlikte ve ayrı ayrı çalışabilmektedir.

Manifold sistemi sayesinde tanktan tanka transfer işlemi ve farklı tanklardan aynı anda yükleme aynı anda farklı tanklara ürün alma gibi işlemler kolaylıkla yapılabilir.

Ayrıca pompa binasının içerisinde tüm işletme müdürlüğünü besleyen şalt sistemi mevcuttur ve elektrik kesilmelerinde devreye giren jeneratör sistemi de bulunmaktadır. Tüm tanklarda servo seviye ölçüm sistemi bulunmaktadır.

Boru hattının hat boyunca kesiti 18" olarak Dörtüol İşletme müdürlüğüne girer ve burada 12" bir boru hattıyla her bir tanka alınır. Tankların dibinde 36" lik oldukça büyük çıkış hattı mevcuttur, 36" lik çıkış hattı çıkış manifoldundan sonra 30" e düşer ve iskeleden yükleme kollarına kadar uzanır, burada 2 adet 10" lik yükleme kolları ile gemiye dolum yapılır.

Her bir tankta 2 adet mikser diye isimlendirilen tanka giren farklı yoğunluktaki petroleri birbirine karıştırılmasını sağlayan motorlar vardır. Bu motorların uçları tankın içinde çırpıcı kanatçıklara bağlıdır ve tankta karışım sağlarlar.

Ham petrol bekledikçe su bırakan bir üründür. Suyun spesifik gravitesi ham petrolün spesifik gravitesinden ağır olduğu için tanklarda su hep alt kısma toplanır. Tankın tabanından çıkarılan bir boru 3" lik boru ile su tahliyesi yapılır. Bu su tahliyesi tank sahasında bulunan kanaletler vasıtasıyla Balast sistemine ulaştırılır ve buradan da tekrar ayrıştırma yapılarak su denize deşarj yapılır, ayrışan petrol ise Balast tankında slop petrol olarak depolanır. Balast sistemine daha sonra ayrıntılı olarak değinilecektir. Ayrıca İşletme araçlarına ikmal yapmak üzere 1 adet 40.000 litrelik motorin tankı mevcuttur.

Çizelge 3.5. Dört Yol Terminali Tank Kapasiteleri ve Ürün Özellikleri

DÖRTYOL TERMİNALİ TANK KAPASİTELERİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİ				
TANK NO	ÜRÜN	KULLANICI	KAPASİTE	
			VARİL	M3
401	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
402	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
403	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
404	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
405	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
406	HAM PETROL	BOTAŞ	150.000	23.848
407	BEYAZ ÜRÜN	TPPD	150.000	23.848
408	BEYAZ ÜRÜN	TPPD	150.000	23.848
409	BEYAZ ÜRÜN	TPPD	150.000	23.848
BALLAST	SLOP PETROL	BOTAŞ	42.000	6.677
MOTORİN	MOTORİN	BOTAŞ	252	40



Şekil 3.4. Tank Sahası ve Pompa Binasının Mevcut Durumu (Google Earth,2011)

3.2.4.2. İskele Sisteminin Mevcut Durumu

İskelenin teknik özellikleri Çizelge 3.6. da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.6. BOTAŞ Dört Yol İskelesi Hakkında Teknik Bilgiler (BOTAŞ, 2010)

BOTAŞ DÖRTYOL İSKELESİ HAKKINDA TEKNİK BİLGİLER	
İnşa tarihi	1967
İskele Uzunluğu	1320 m
Su Derinliği	14 m
Manifold- Su Yüksekliği	6 m
Bağlanabilen Kol Adedi ve Çapı	2x10"
Toplam Kol Adedi ve Çapı	5x10"
Max. Yanaşabilecek gemi DWT'si	50.000
Min. Yanaşabilecek Gemi DWT'si	15.000
Gemi Manifoldundan Su seviyesine Olan Mesafe	13 m
Max. Yanaşabilecek Yüklü Gemi Draftı	12,5 m
Yanaşma Dolfin Adedi ve Ebatları	2 Adet - 20x10 m
Babaların Çekme Kapasitesi	100 Ton
İskeleye Yanaşma Kıç Mesafesi	5 m
Yanaşılacak Max. Kıç Genişliği	20 m
Max. Yükleme Kapasitesi	3500 Mton/ Saat
Max. Yükleme Basıncı	7,5 Bar
İskele Yönü	227° Güney- Batı
Etkin Rüzgârlar Yönü	Güney- Batı Kuzey- Batı
Boru Donatısı	3" İçme Su Hattı 10m3/H 8" Yangın Hattı 250 M3/H Su ve Max 15 Bar Basınç Kapasiteli 18" Balast Hattı 750 M3/H Tahliye Kapasiteli 30" Yükleme Hattı 3500 M3/H Kapasiteli
İskele Donatıları	150 Adet Beton Ayak–405 Adet Çelik Ayak 250 m. Uzunluğunda "T" Kısımında 7 Adet Platform ve Platformlar Üzerinde 14 Adet Baba Bulunmaktadır. 5 Ton Slop Kapasiteli Sump Tank 1 Adet 2 Ton Kaldırma Kapasiteli Vinç 1 Adet

3.2.4.3. Balast Sistemi

MARPOL¹ sözleşmesinin imzalanmasından önce petrol ve petrol taşıyan yük gemileri petrol taşımadığı zamanlarında tanklarına su alarak dengeyi sağlamaktaydılar. Yükünü almak için iskeleye yaklaştıklarında ise bu petrol bulaşmış suyu denize bırakamadıkları için sahile tahliye etmek yükümlülüğü vardı. Sahilde ise bu petrol ve su karışımını ayrıştırmak ve suyu tekrar denize göndermek için Balast tesisi kurulmuştur. MARPOL sözleşmesinden sonra ise tek cidarlı gemiler kaldırılmış ve sadece çift cidarlı petrol yük gemilerinin Türk limanlarına yanaşabilmesine izin verilmiştir. Çift cidarlı gemilerde balast suyu petrol alınan tanklara değil de iki cidar arasında kalan temiz bölgeye alınmaya başlanmasıyla birlikte gemilerden balast suyu alımı bitmiştir. Bu nedenle Dörtöl işletmesi içerisinde bulunan Balast tesisi önemini ve işlevliğini büyük ölçüde kaybetmiş sadece su tahliyesinden çıkan petrol su karışımını ayrıştırmada kullanılmaktadır. Petrol ve su karışımında ayrıştırılan Petrol ürününe Slop petrol denilmektedir. Bu çıkan ürün de daha sonra EPDK izniyle BOTAŞ tarafından TÜPRAŞ'a satılmaktadır. BOTAŞ Dörtöl işletme müdürlüğü sadece taşıyıcı firma olmasıyla beraber tek petrol satış işlemi bu slop satışlarıdır. Balast tesisinin kapasitesi 6000 ton olmakla beraber 150 m³/ saat arıtma kapasitesine sahiptir. Bu arıtmadan sonra ortaya çıkacak suyu denize deşarj iznine sahiptir.

Balast tesisi içerisinde bir de su arıtma tesisi bulunmaktadır ve BOTAŞ Dörtöl İşletme Müdürlüğü suyunu şebeke suyundan değil kendi içerisinde bulunan su kuyularından temin etmektedir.

3.2.4.4. Balast Sisteminin Çalışma Prensipleri

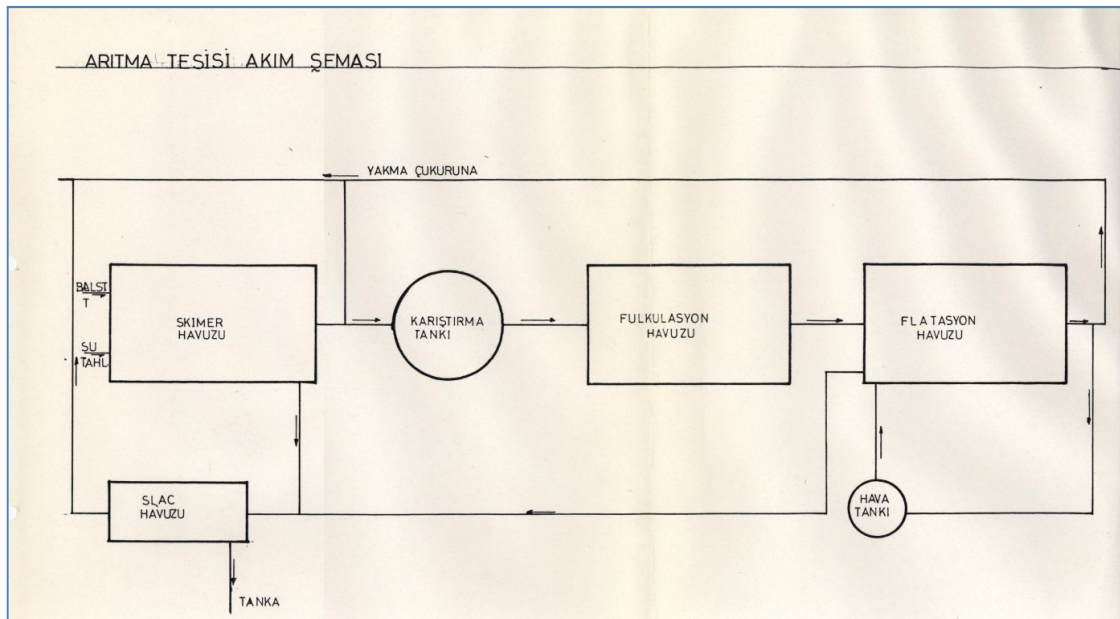
İskeleye gelen gemilerden alınan kirli Balast (safra suyu) suyu ile terminal sahasındaki ham petrol tanklarından tahliye edilen su arıtma sistemi dâhilinde bulunan 42.000 varillik Balast tankına alınmaktadır. Burada suyu petrolden mümkün olduğunca

¹ MARPOL: 1973 yılında imzalanan 1978 yılında değiştirilen Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi. İngilizce Marine Pollution teriminden türetilmiştir. Kısaca MARPOL 73/78 olarak ifade edilir.

ayırarak tabana çökmesi için belli bir süre dinlendirildikten sonra arıtımın ilk noktası olan skimmer havuzuna gönderilmektedir.

Skimmer havuzunda sıyrıcılarla (savak) toplanan üst kısımdaki petrol slaç havuzuna oradan da tekrar tanka basılmaktadır. Alt taraftan geçen su ise saatte 300 m³ lük pompalarla fluklasyon havuzuna pompalanmaktadır. Bu pompalama esnasında ayrışımın daha kolay sağlanması için alüminyum sülfat ve polielektrot enjekte edilmektedir. Fluklasyon havuzunda üstte biriken petrol savaklarla alınıp slaç havuzuna basılmaktadır. Alttan geçen su flatasyon havuzuna basıldıktan sonra sıyrıcı paletlerle üstteki petrol tekrar ayrıştırılıp slaç havuzuna basılmaktadır. Bu esnada partiküller halinde çökmeyi önlemek için alt taraftan hava enjeksiyonu yapılmaktadır.

Son olarak arıtma sistemini terk eden arıtılmış su saman talaş ve çakıl süzgecinden geçirilip denize temizlenmiş olarak gönderilmektedir. Arıtma sistemi dâhilinde suyun yağ ve kirlilik oranını belirleyen cihaz mevcuttur.

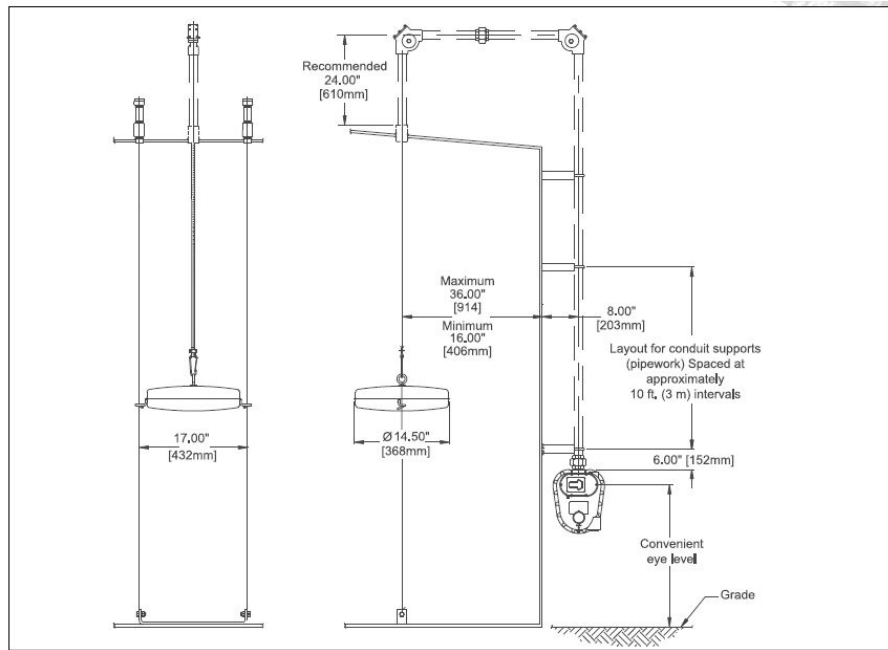


Şekil 3.5. Balast Tesis Proses Akım Şeması

3.2.4.5. Ölçüm Sistemlerinin Mevcut Durumu

Tüm sistem boyunca, diğer bir deyişle; Batman, Diyarbakır, Kahramanmaraş ve Dört Yol'da bulunan toplam 25 adet Dört Yol İşletme Müdürlüğü'nün kullanımında olan

tüm tanklardaki ölçüm sistemi aynıdır. Her tankta şamandıra ile ölçüm sistemi mevcuttur. Bu sistemin basitçe mantığı petrol üzerin yüzen bir şamandırayı bir çelik halata bağlanır ve tankın dış tarafındaki seviye ölme izleme kutusuna bağlanır, buradaki kutu ise daha önce kalibrasyon yapılmış değerleri gösterir, böylece tankın ne kadarının dolu olduğunu metre ve mili metre ölçüsünde görmek mümkündür. Aşağıda temsili olarak ölçüm sisteminin çalışma şekli görülmektedir.



Şekil 3.6. Şamandıra Sistemi İle Tank Seviyesi Ölçümü

Şekil 3.6. da gösterilen sistem boru hattı ilk kurulduğundan beri var olan sistem olup scada kontrol sistemine geçilmesinden sonra ölçülen bu değerlerin elektrik sinyallerine dönüştürülmesi gerekmiştir. Bunun için daha bu sisteme ilave olarak servo geyc denilen ve ölçülen değerleri elektriksel sinyallere çevirerek merkezi bilgisayara ileten bir sistem kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde şamandıra mantığı değişmemekte sadece sinyal vericileriyle tankın yanına gitmeden tankın seviyesi görülmektedir. Daha sonra bu mevcut sistem ile modern ölçüm sistemleri arasında bir karşılaştırma yapılacaktır.

3.2.4.6. Katodik Koruma

“Katodik koruma, bir tür metal koruma metodudur. Metallerin birçoğu su veya hava ile temas ettiğinde korozyona uğrar. Bu özellikle suyun içindeki veya toprağın altındaki metal borular için büyük bir risktir ve bu boruların yapıldığı metalin korozyona uğramaması için birçok koruma yöntemi geliştirilmiştir. Korozyonu önlemek için bu boruların yanına, onlarla temas edecek şekilde, daha aktif bir metalin yerleştirildiği koruma metoduna ise galvanik usul katodik koruma denir. Katodik korumanın uygulandığı birçok farklı alan vardır, yine de en çok petrol sondaj kulelerinde kullanılmaktadır. Gemilerin yüzeylelerinin paslanmasını önlemek için de kullanılır.

Katodik koruma, korunacak metal yapıyı oluşturulacak bir elektrokimyasal hücrenin katodu haline getirerek metal yüzeyinde yürümekte olan anotik reaksiyonların durdurulmasıdır.

Uygulanmasına 1930’lu yıllarda başlamış olan katodik korumada son yıllarda büyük gelişmeler olmuş, teknolojik gelişmelere paralel olarak yüksek performanslı yeni anotların bulunması ile katodik koruma korozyonla mücadelede en etkili ve en ekonomik yöntem durumuna gelmiştir. Katodik koruma, dış akım kaynaklı ve galvanik anotlu olmak üzere iki şekilde uygulanır.” (Anonim, 2013)

Katodik korumanın uygulandığı alanlardan bazıları şunlardır (Odabaşı, 2004):

- a.) Yeraltı yakıt ve petrol depolama tankları ve toprak seviyesi tank tabanları
- b.) Yakıt ve petrol dağıtım sistemleri
- c.) Toprak seviyesi veya üstündeki sıvı depolama tanklarının iç kısımları
- d.) İçme suyu dağıtım sistemleri
- e.) Doğal gaz dağıtım sistemleri
- f.) Sıkıştırılmış hava dağıtım sistemleri
- g.) Yangın sistemleri
- h.) Kanalizasyon sistemleri
- i.) Deniz rıhtımlarının çelik kazıkları
- j.) İskele çelik kazıkları

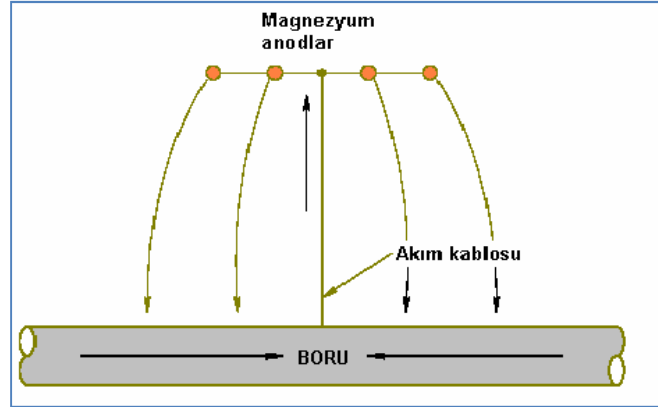
Katodik korumada amaç korunacak yapının haricindeki bir metali anot olarak çalıştırarak korozyona uğratmak ve buna karşılık korozyondan korunacak yapıyı veya yapıları katot olarak çalıştırmak suretiyle korozyona karşı koruyan geniş bir korozyon hücresi oluşturmaktır (Odabaşı, 2004).

İki çeşit katodik koruma vardır, Galvanik Katodik Koruma ve Dış Akım Kaynaklı Katodik Koruma. Batman Dörtüol Boru hattı boyunca iki çeşit katodik koruma da kullanılmaktadır. Özellikle tankların içerisinde Galvanik Katodik Koruma ve Boru hattı boyunca Dış akım kaynaklı Katodik Koruma yöntemi ile korozyona karşı gelinmeye çalışılmaktadır.

3.2.4.6.1. Galvanik Anotlu Katodik Koruma

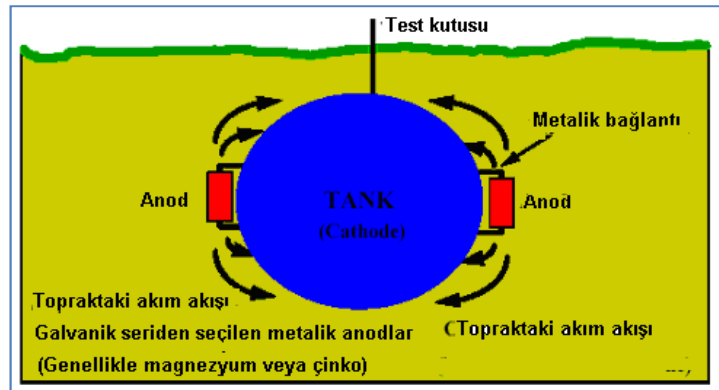
Metal yapıyı korumak için gerekli elektronlar galvanik hücrelerden (magnezyum-çinko v.b.) temin edilir. Bu sistemle yapılan korumaya kurbanlık sistemli koruma da denilir çünkü bu sistemde dışardan elektrik akımına ihtiyaç yoktur. Galvanik sistemli korumada ilk yatırım maliyeti genellikle daha pahalı olmakla birlikte bu sistemde işletme ve bakım masrafı oldukça düşüktür. Sistemin çalışması için elektrik sarfiyatı ve redresör arızası gibi konularla karşılaşılması gibi bir durum söz konusu değildir. İşletme şartlarına bakılarak anot yatağı yapmaya müsait yer bulunamadığı halde veya işletmecisi faktörleri gibi diğer ihtiyaçlar dışardan akım vermeye müsait olmadığında bu sistemin uygulanması mümkündür. Kurban anotlu sistemde anodun verebileceği akımdan fazlası alınamaz, cebri yani dış akım kaynaklı sistemde ise potansiyometreler vasıtası ile akım istenildiği kadar arttırılabilir.

Şekil 3. 7.'de Galvanik anotlu koruma sistemi görülmektedir. Görüldüğü gibi bir boruya akım kablosu vasıtası ile kurban anotlar bağlanmış ve katodik koruma sağlanmış olmuştur.



Şekil 3.7. Galvanik Anotlu Katodik Koruma Sistemi (Odabaşı, 2004)

Şekil 3.8.'de tank için yapılan galvanik anotlu katodik koruma görülmektedir. Burada çinko, magnezyum, alüminyum gibi alaşımların hepsi demir veya çeliğe göre daha fazla negatif potansiyele sahip olduğu için anot durumuna geçerek kendini kurban edecek ve demir veya çeliği katot yaparak korozyona karşı koruma sağlayacaktır (Odabaşı, 2004).



Şekil 3.8. Galvanik (Kurban) Anotların Doğrudan Bağlanması Suretiyle Yapılan Katodik Koruma Sistemi (Odabaşı, 2004)

3.2.4.6.1.1. Galvanik Anotlu Katodik Sistemin Avantajları

- Tesisi ekonomik olarak uygundur.
- İşletilmesi ve bakımı kolaydır.
- Aşırı koruma potansiyeli yönünden oldukça uygundur.
- Diğer metalik yapılar üzerindeki kaçak akım etkileri oldukça azdır.

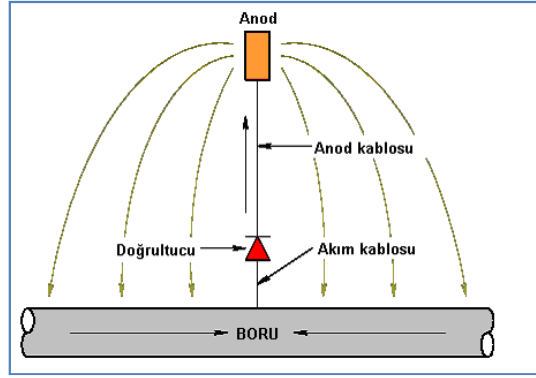
- Dış akım kaynağına gerek yoktur.
- Tesisi kolaydır.
- Minimum katodik enterferans vardır.
- Bakım ve işletim masrafları düşüktür.
- Tankların korunmasında tankın dış çapı etrafında uniform akım dağılır.
- Minimum istimplâk ve irtifak maliyeti vardır.
- Koruma akımının verimli kullanımı sağlanır (Odabaşı, 2004).

3.2.4.6.1.2. Galvanik Anotlu Katodik Korumanın Dezavantajları

- Ancak küçük koruma geriliminin elde edilebilir (sınırlı potansiyel farkı).
- Yüksek dirençli elektrolitlerde oldukça küçük akımların elde edilebilir.
- Büyük veya genişletilen yapılarda yeni anotların yerleştirilmesi ve tesisi ekonomik olarak uygun değildir.
- Yüksek özgül dirençli ortamlarda etkisiz kalır (özellikle 5000 ohm. cm den daha büyük ortamlarda bu sistem kullanılamaz).
- Tank korumada bir sistem ancak bir tankı koruyabilir. Diğerleri için ayrı bir sistem yapılması gerekir.
- Korozyonu ve sistemi kontrol ve izleme zorluğu vardır (Odabaşı, 2004).

3.2.4.6.2. Dış Akım Kaynaklı Katodik Koruma Sistemi

Boru hattı boyunca kurban anotlu katodik koruma maliyeti yüksek olduğu için 511 km'lik yol boyunca dış akım kaynaklı Katodik koruma kullanılır. Bu sistemde bir ana kaynaktan ve buna bağlı anot yatağından oluşur. Sistemi beslemek için gerekli olan akımı dışarıdan temin edilmektedir. Bu sistemde anot yatağında, demir-silikon-metal oksit kaplı titanyum-grafit ve hurda demir, anot olarak kullanılabilir. Anot yatakları yatay ve düşey olarak yapılabilir. Elektrik kesintilerinde veya ana kaynak arızasında boru korumasız kalır.



Şekil 3.9. Dış Akım Kaynaklı Katodik Koruma Sistemi (Odabaşı, 2004)

Odabaşı (2004)tarafından Elektrik Tesisat Mühendisliği Dergisinde Yayımlanan Katodik Koruma Sisteminin Tanıtımı isimli makalede Katodik koruma için şu bilgiler verilmiştir:

“Pratikte dış akım kaynaklı koruma sisteminin anotları grafit yüksek silikonlu dökme demir (HSCI) , platin veya metal oksit kaplı titanyum anotlardır. Üniform elektrolit, daha küçük değerlerde toprak direnci ve gaz ve asit çıkışını sağlamak için anot yataklarında özel dolgu kullanılır. Toprak temas dolgusu normal olarak ya kok tozu veya petrol kokudur. Dış akım kaynaklı katodik koruma sisteminde anotlar ve anot yatağı periyodik olarak kontrol edilmeli; eğer tükenen ve zarara uğrayan anot varsa değiştirilmelidir.

Dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi bu sistemdeki doğrultucu ve diğer akım kaynakları göz önüne alınmadığında işletme mantığı olarak galvanik sistemle aynıdır. Bu sistemde diğer doğru akım kaynakları olarak güneş pilleri doğru akım jeneratörü, termo elektrik jeneratörü kullanılabilir. Fakat genellikle yakınlarda bulunan alternatif akım kaynağından alınan enerji doğrultucu vasıtasıyla doğru akıma çevrilerek dış akım kaynaklı katodik koruma sisteminde kullanılır.”

3.2.4.6.2.1. Dış Akım Kaynaklı Katodik Korumanın Avantajları

- Büyük veya mevcut yapılar için tesis edildiğinde daha maliyetsiz.
- Geniş gerilim elde edebilme imkânı vardır potansiyel farkı doğru akım besleme sisteminin büyüklüğü ile sınırlıdır.

- Anotların değiştirilmesi ekonomik olarak uygundur.
- Yüksek toprak (elektrolit) dirençli ortamlarda uygulanabilir.
- Zayıf kaplanmış veya kaplamasız yapılar için etkili koruma sağlanır.
- Koruma etkinliği her zaman kontrol edilebilir.
- Akım ve gerilim çıkışı her zaman değiştirilebilir (Odabaşı, 2004).

3.2.4.6.2.2. Dış Akım Kaynaklı Katodik Korumanın Dezavantajları

- Önemli derecede işletme ve bakım ihtiyaçları vardır.
- Diğer komşu metalik yapılara kaçak akımlardan dolayı önemli ölçüde enterferans etkileri olabilmektedir.
- Dış güç besleme gerekliliği de bir dezavantajdır (Odabaşı, 2004).

3.3. Boru Hattı Güvenliği

BOTAŞ boru hattının büyük bir bölümü 18.12.1981 tarihli ve 2565 sayılı Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Kanunu hükümlerine göre kamu ve özel kuruluşlara ait stratejik değeri haiz her türlü yer ve tesislerin dış sınırlarından itibaren en fazla 400 metreye kadar geçen noktaların birleştirilmesiyle ve Bakanlar Kurulu kararına istinaden tespit edilen özel güvenlik bölgesi kapsamındadır.

Kamulaştırma yapılan boru hattının geçtiği özel güvenlik bölgelerine ait arazi BOTAŞ tarafından Boru hattı işaretleme direkleriyle belirlenmiş bulunmaktadır.

Batman Dörtyol Ham Petrol Boru Hattı üzerinde yaklaşık 30 jandarma karakolu bulunmaktadır. Bu karakollardan yaklaşık 20 karakol 14.09.2006 Tarihinde BOTAŞ Genel Müdürlüğü ile Jandarma Genel Komutanlığı arasında imzalanan Boru Hattı Güvenliği Protokolü kapsamında (ITP) Türkiye Irak Ham petrol Boru Hattı paralelinde müştereken Hatay sınırları içerisinde olan Erzin ilçesinden başlayıp, Urfa İli Bozova ilçesi Ördek köyü mevkiine kadar koruma sağlamaktadır. Batman Dörtyol Ham Petrol Boru hattının güvenliği yapılan Protokolde yer almamasına rağmen Boru hatlarının yukarıda bahsedilen bölgeye kadar paralel gitmesinden dolayı boru hattı güvenliği

sağlanmaktadır. Boru hattının güvenliğini sağlanması ve petrol hırsızlığına karşı görevlendirilen Boru hattı gözcüleri periyodik olarak bağlı bulunduğu karakol komutanlığının emirleri doğrultusunda görevlendirilmektedir. Ham Petrol Hırsızlıklarına karşı Boru Hattı güzergâhındaki Emniyet ve Jandarma birimleriyle koordineli çalışmalar ve toplantılara devam edilmektedir.

Ham Petrol Hırsızlığı ile ilgili BOTAŞ Genel Müdürlüğü 1.Hukuk Müşavirliği bünyesinde görevli Avukatlar ile birlikte açılan ve açılacak olan davaların takibi ve caydırıcı önleyici faaliyetlerin devamı sağlanmaktadır.

Boru hattından petrol hırsızlık olaylarını önleme ve alınacak tedbirler konusunda Dört Yol İşletme Müdürlüğünde ve Dört Yol idari yönetim birimlerinin katılımı ile toplantılar periyodik olarak icra edilmektedir.

Ayrıca, Batman Dört Yol Ham petrol boru hattı güzergâhında boru hattını genel asayiş kapsamında korumakla görevli Jandarma Karakollarıyla yapılan görüşmeler yapılmaktadır. Bu görüşmeler neticesinde dışarıdan gelebilecek saldırı ve sabotajlara karşı boru hattı güzergâhında bulunan Jandarma Karakolları emrinde görevli boru hattı gözcülerinin daha dikkatli hareket etmesi konusunda devamlı olarak görüşmeler devam etmektedir (BOTAŞ, 2011).

3.3.1. Boru Hattında Karşılaşılan Sorunlar

- Boru hattından petrol çalınması gibi organize hırsızlık vakaları,
- Tabii afet, heyelan, nehir, çay ve ırmakların yatak mecralarını değiştirmeleri, toprak erozyonu ve boru hattının çürümesi,
- Kamu, Özel Kurum ve Kuruluşlarının boru hattı güzergâhında yaptıkları çalışmalardan dolayı meydana gelen hasar ve patlaklar (BOTAŞ, 2011).

3.3.1.1. Giderilme Çareleri

Tabii afetler, heyelan, toprak erozyonu ve diğer kuruluşlarca boru hattı üzerinde meydana getirilen hasarlara karşı önleyici tedbirler alınmaktadır. Bununla beraber

heyelan bölgesinde gerektiğinde boru hattı güzergâhı değiştirilmekte ve Kamu Kurum ve Kuruluşlarının iş makineleri ile çalışmaları esnasında olabilecek kazaları önlenmek için ilgili kuruluşlara ve belediyelere boru hattı güzergâh haritaları verilmektedir.

Ham petrol hırsızlığına karşı da mahalli ve mülki amirler ve jandarma makamları ile sıkı diyalog ve işbirliği yapılarak petrol çalınmasına engel olunmaya çalışılmaktadır. Ayrıca; kendi güvenlik ve teknik kontrol ekipleri de boru hattı üzerinde sık sık kontroller yapılarak görülen şüpheli durumlarda kolluk kuvvetlerine haber verilmektedir (BOTAŞ, 2011).

3.3.2. Hırsızlık

Ham petrol hırsızlığı çoğunlukla akşam geç saatlerde, kırsal alanlarda tankerlerin girebileceği sert zeminli arazi ile köy yollarının boru hattı ile kesişme noktalarında, ağaçlık mevkilerde otoban ve ana yola yakın geçiş noktalarında meydana gelmektedir.

Hırsızlığı planlayan ve finanse eden kişi veya kişiler bir iki gün önceden boru hattı civarında gerekli keşif yapmakta eylem gününde boru hattı üzerine vana takacak veya kaynak yapacak elamanları bölgeye getirmekte kendisi uzaktan gözetleme yaparak cep telefonu ile faaliyetleri yönlendirmekte ve yürütmektedir. Boru hattı delindikten sonra 15-20 tonluk tanker 20 dk. içinde doldurulabilir. Boru hattının çalışır durumdayken petrolün cinsine göre istasyon çıkış basınçları 65 bara kadar çıkabilmektedir.

511 km lik boru hattın herhangi bir noktasına takılan 2”lik kelepçe ve vana sisteminin açılması halinde petrol akışının verdiği basınç kaybının algılanması ve ölçülmesi çoğu kez mümkün olmamaktadır. Bu hattın sürekli olarak sabit basınçta çalıştırılması mümkün değildir, çünkü yükseklik değerleri aynı olmayıp arazi yapısı çeşitli yerlerde farklılık göstermektedir.

Farklı graviteli ham petrol taşındığından bu petrol gurupları basınç farklılıklarına sebep olmakta, pompa istasyon giriş ve çıkış basınçlarında farklılıklar oluşmaktadır. Boru hattı %30 kapasite ile çalıştığından hat büyük ölçüde stabil kalmaktadır. Genelde yapılan ihbarlar bu zamana rastlamaktadır. Genel olarak ülkemizde petrol hırsızlıkları

ekonomik sıkıntılar, kişilerin kolay para kazanma arzuları, kaçak akaryakıt fiyatlarının piyasa fiyatlarının çok altında olması, elde edilecek rantın büyük olması nedeniyle yapılmaktadır (BOTAŞ, 2011).

Boru hattı hırsızlıkları iki şekilde yapılmaktadır:

- Boru hattı üzerine maşon kaynatılarak yapılan hırsızlıklar.
- Kelepçe bağlanarak yapılan hırsızlıklar

3.3.3. Boru Hattı Basınç Düşmelerinde Yapılması Gereken İşlemler

Olası bir basınç düşmesinde;

1. Güvenlik Merkezini gelen ihbar telefonu hırsızlığın bölgesel olarak hangi istasyon arasında gerçekleştiği tespit edilir.
2. Tespit edilen bölgede görevli kolluk kuvvetleri ve bağlı karakollar bilgilendirilir.
3. Vana veya kelepçe tespit edildiğinde gelişmelerle ilgili kolluk kuvvetleriyle bilgi alış verişi yapılarak operasyonel durum gerektiği takdirde pusu atmak suretiyle harekete geçilir.
4. Yapılan operasyonlarda netice alındığı takdirde yakalanan şahıs veya şahıslar Bölge Cumhuriyet Savcılığı kanalıyla Mahkemeye sevk edilir.
5. Netice alınamayan pusu veya operasyonların sonucunda hırsızlık vanası Hat bakım ekiplerimizce tamiri yapılarak hat faal hale getirilir (BOTAŞ, 2011).

3.3.4. Petrol Hırsızlıklarının Tamirâtı

3.3.4.1. Boru Hattı Üzerine Maşon Kaynatarak Yapılan Hırsızlıklar

3.3.4.1.1. Yapım Şekli

Hırsızlar tarafından seçilen uygun yerde Boru hattının yeri tespit edilir. Daha sonra boru hattı üzeri kazılarak açığa çıkartılır. Atölyede önceden hazırlanan 20x20 ebadındaki sacın üzerine 2''lik maşon kaynatılmış ve 2''lik vana bağlanmış parça Boru hattı üzerine kaynakla monte edilir. Vana açılarak boru hattı üzeri matkap veya keskin

bir murçla vurularak yaklaşık 5mm delinir. Delme işlemi tamamlandıktan sonra vana kapatılır. Boru hattına takılan Vana üzerine toprak seviyesine ulaştırmak için aynı çapta boru uzatması ve ucuna 2''lik vana takılı şekilde monte edilir. Alt taraftaki vana açık duruma getirilir üst vana kapatılır. Olay yeri bulunmasın diye etraf kazılmadan önceki durumuna getirilir. Hırsızlık yapılacağı zaman uzatma hortumu marifetiyle tanker yüklenir (BOTAŞ, 2011).

3.3.4.1.2. Tamiratu

Olay Yeri tespitinden sonra var ise pompaj durdurulur. Boru hattının yeri arazi koşuluna göre en yakın vana kapatılarak boru içerisindeki basınç istasyonlardan alınır. İş makinesi ile kazı yapılarak ortaya çıkartılır. Sızıntı olmaması için vana üzerine özel aparat bağlanarak ağaç kazık çakılır. Sızıntı varise olayın büyüklüğüne göre iş makinesi vasıtasıyla petrol dağılmaması içme suyuna göl ve akarsuya karışmaması için toplama çukuru açılır petrolün dağılması önlenir. Ağaç kazığının fazlası kesilerek hırsızlık vanası sökülüp boruya kaynaklı maşon üzerine tapa takılır.

Yaka sacının ve maşonun üzerine tamir parçası kaynatılarak üzeri körlenir. Bozulan izoleler tamir edildikten sonra yumuşak malzeme ile boru hattı üzeri kapatılır (BOTAŞ, 2011).

3.3.4.2. Boru Hattı Üzerine Kelepçe Takılarak Yapılan Hırsızlıklar

3.3.4.2.1. Yapım Şekli

Hırsızlar tarafından seçilen uygun yerde Boru hattının yeri tespit edilir. Daha sonra boru hattı üzeri kazılarak açığa çıkartılır. Atölyede önceden hazırlanan boru şeklinde bükülmüş uçları cıvata takılmış yaklaşık 30cm ebadında iki parça sacın üzerine 2''lik maşon kaynatılmış ve 2''lik vana bağlanmış parça Boru hattı üzerine cıvatayla monte edilir. Vana açılarak boru hattı üzeri matkap veya keskin bir murçla vurularak yaklaşık 5mm delinir. Delme işlemi tamamlandıktan sonra vana kapatılır. Boru hattına takılan Vana üzerine toprak seviyesine ulaştırmak için aynı çapta boru uzatması ve

ucuna 2''lik vana takılı şekilde monte edilir. Alt taraftaki vana açık duruma getirilir üst vana kapatılır. Olay yeri bulunmasın diye etraf kazılmadan önceki durumuna getirilir. Hırsızlık yapılacağı zaman 2''lik uzatma hortumu marifetiyle tanker yüklenir (BOTAŞ, 2011).

3.3.4.2.2. Tamiratu

Olay Yeri tespitinden sonra var ise pompaj durdurulur. Boru hattının yeri arazi koşuluna göre en yakın vana kapatılarak boru içerisindeki basınç istasyonlardan alınır. İş makinesi ile kazı yapılarak ortaya çıkartılır. Sızıntı olmaması için vana üzerine özel aparat bağlanarak ağaç kazık çakılır. Sızıntı varise olayın büyüklüğüne göre iş makinesi vasıtasıyla petrol dağılmaması içme suyuna göl ve akarsuya karışmaması için toplama çukuru açılır petrolün dağılması önlenir. Boru hattı üzerine bağlanan kelepçe sökülerek Ağaç kazığının fazlası kesilir. Kazık üzerine tamir pulu kaynatılır. Tamir pulunun üzerinde tiridolet kaynatılarak üzeri körlenir. Bozulan izoleler tamir edildikten sonra yumuşak malzeme ile boru hattı üzeri kapatılır (BOTAŞ, 2011).

3.4. Çevre Korumaya Yönelik Dikkat Edilecek Hususlar

Tüm faaliyetler; TS EN ISO 9001; bazında hazırlanan “BOTAŞ Kalite Yönetim Sistemi”, TS EN ISO 14001; bazında hazırlanan “BOTAŞ Çevre Yönetim Sistemi” ve TS 18001; temel alınarak hazırlanan “BOTAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi” adındaki prosedürlere uygun olarak gerçekleştirilir.

Petrol ve doğal gaz boru hattı tesislerinde kesintisiz akış ve arz güvenliği ile kaçak olmamasına dayalı, sürdürülebilir, çevreyle uyumlu bir güvenlik kuralı ve politikası yürütülmesi esastır.

Boru hattı tesislerinin çalışma ömrü boyunca teknik ve çevre güvenliği sağlanır. BOTAŞ boru hattı tesislerinin mühendislik çalışmaları sırasında ilgili mevzuata uygun olarak gerekli Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporu hazırlanır.

31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre yeni boru hattı güzergâhları içme ve kullanma suyu havzası sınırları dışından geçirilir.

Deniz, göl, nehir, su havzası, milli park, baraj gibi çevre kirlenmesi ve ekolojik denge bakımından hassas alanların yakınından veya üzerinden zorunlu hallerde hat geçmesi durumunda, geçişlerin giriş ve çıkış noktaları ile diğer uygun yerlere uzaktan kumandalı hat vanaları yerleştirilir.

Boru hattının geçtiği akarsularda, boru hattına 400 metre mesafe içinde kum alınması, kum ocağı açılması ve akarsu tabanlarının doğal yapısında değişiklik yapılmasına müsaade edilmez. Ham petrol boru hatlarının, içme suyu ve pis su tesisatı borularından daha yükseğe; ancak 30 kv'ye kadar gerilim taşıyan kablolardan da daha derine yerleştirilmesi esastır.

Ağaç cinsleri ve boru hattına yaklaşma mesafeleri BOTAŞ tarafından onaylanmak koşulu ile ekin ve benzeri tarımsal faaliyetler kamulaştırma şeridi üzerinde yer alabilir. Boru hattının geçtiği tarımsal alanlarda anız yakılmasına müsaade edilmez.

Boru hattı güzergâhının dere, yol, vadi tabanı geçişleri için uygun yerler tespit edilir. Çok dik iniş ve çıkışlardan, kayalık, bataklık ve heyelanlı zeminlerden kaçınılır ve güzergâh düzeç eğrilerine (eşyükselti) dik geçirilir. Boru hatlarının dik yamaçlardan ve tepelerden geçmek zorunda kalması halinde, heyelan ve toprak kayma riski yüksek kısımlar jeoloji mühendisleri tarafından yapılan etütler sonrasında tespit edilir. Ayrıca, bu noktaların güzergâh haritaları üzerinde “kritik nokta” olarak işaretlenir. İşletme aşamasında, kritik noktalar işletmeler tarafından ayda bir kez kontrol edilir ve özellikle yoğun yağışlardan sonra olmak üzere kontroller arttırılır.

Baraj ve göletlerde maksimum su kodu, nehir ve derelerde ise taşkın alanı sınırı dışına çıkılmasına dikkat edilir. Nehir ve dere yatakları mümkünse dik geçilir. (BOTAŞ, 2011).

3.5. Ham Petrol İletimi ve İşletme Prosesleri

Bu bölümde işletmede yapılan operasyonel faaliyetlere değinilecektir. İşletme kısmı Batman Dört Yol Boru Hattı için en kritik iştir. Hatayı kaldırmayan ve oldukça

dikkat edilmesi gereken bir konudur. Örnek verilecek olursa işletme prosedürlerine tam olarak uyulmadığı için 2005 yılında Şanlıurfa Bozova bölgesinde tam boru hattının Atatürk Barajının yakınından geçen yerinde basınç yükselmesi gözlerden kaçmıştır. Bu yükselmenin sonucundan on binlerce varil petrol toprağa oradan da sulama kanalları vasıtası ile de baraja akmış ve çok büyük bir çevre faciası olmuştur. Oluşan çevre kirliliğinin giderilmesi için yaklaşık beş milyar Türk Lirası harcanmış ve harcanmaya da devam edilmektedir. Çünkü petrole bulaşan araziye temizlemek çok güçtür. Yine işletme içerisinde yapılan hatalardan dolayı bazı iş kazaları yaşanmıştır. Bunları en aza indirmek için mutlaka operasyon prosedürleri tam olarak gerçekleştirilmesi ve harfiyen uyulması gerekmektedir.

Buradan sonraki bölümlerde operasyonun en başından yani planlamadan başlayarak nasıl işlediği üzerinde durulacaktır.

3.5.1. Ham Petrol Taşınmasına ve Yüklenmesine İlişkin Planlama

1. TÜPRAŞ Batman rafinerisinin işleyeceği ham petrol miktarı aylık olarak TÜPRAŞ'tan yazılı şekilde alınır.
2. Verilen bilgilerin uygunluğu kontrol edilir.
3. Oluşturulan program toplantıdan önce sözlü olarak yük çekecek şirketlere bildirilir.
4. Taşıyıcı ve yükü alan şirketlerle aylık taşıma toplantısı yapılır. Yapılan toplantı sonucunda bir sonraki aya ait gemi yükleme programı belirlenerek imza altına alınır ve kopyası katılan tüm şirketlere verilir (BOTAŞ, 2007).

3.5.2. Ham Petrol Üretimi

1. Ham petrol üretimine ilişkin bilgi ve program telefon ve/veya evrakla alınır.
2. Biriktirilmesi hedeflenen petrol miktarı saatlik olarak gözlenir.
3. Ham petrol depolanacak olan yeni tankın tank dibi giriş vanası açılır.
4. Tankta hedeflenen ham petrol miktarına ulaşınca ham petrol depolanacak olan yeni tankın manifold giriş vanası açılıp dolan tankın manifold giriş vanası kapatılır.

5. Dolan tankın tank dibi giriş vanası kapatılır.
6. Dinlenme sonrasında tank kapanış işlemleri yapılır ve etiket düzenlenerek taşıyıcı şirket temsilcisi ile beraber imzalanır.
7. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır ve Ham petrol Hesap Cetveli 'ne işlenir (BOTAŞ, 2007).

3.5.3. Su Tahliyesi

1. Üretime kapanan tankın ana hat pompajı, rafineri pompajı, transfer veya gemi yükleme için hazırlanması bilgisi alınır.
2. Üretime kapatılan tank dinlendirilir.
3. Su tahliye vanası açılarak su olup olmadığı gözle kontrol edilir.
4. Eğer su mevcut ise, tankta çeşitli sebeplerden dolayı birikmiş olan suyun gemiye verilmemesi için tank dibindeki su tahliye vanası açılarak dipte bulunan suyun tahliyesi yapılır.
5. Tahliye edilen su kirlenip petrollü karışım gelmeye başlayınca su tahliye vanası kapatılır. Su tahliyesi sonrasında tank stabil oluncaya kadar beklenir.
6. Dinlendirme sonrasında, tank kapanış işlemleri yapılır ve etiket düzenlenerek taşıyıcı şirket temsilcisiyle beraber imzalanır.
7. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır ve Ham petrol Hesap Cetveli 'ne işlenir (BOTAŞ, 2007).

3.5.4. Transfer İşlemi

1. Ana hatta pompaj veya rafineriye pompaj için tank hazırlama talimatı dispeçerden alınır.
2. Kalın graviteli ham petrol dolu tankın gravitesini amaçladığımız graviteye getirmek için ince petrol bulunan tanktan ne kadar alınacağı hesaplanır. Paçal Hesabı Talimatı

3. Batman'da; ince petrol tankına ait tank dibi ve manifold çıkış vanası açılır, kalın petrol tankına ait tank dibi üretim, manifold üretim ve manifold transfer vanası açılır. Diyarbakır'da; ince ve kalın petrol tanklarının tank dibi çıkış vanaları ile manifolddaki transfer vanaları açılır.
4. Batman'da; transfer işlemini gerçekleştirecek busterin giriş ve transfer hattına çıkış vanaları açılarak buster pompa kontrol edilir ve çalışmaya hazır hale getirilir.
5. Diyarbakır'da; transfer işlemini gerçekleştirecek buster giriş ve çıkış vanaları ile transfer hattına bağlantı vanası açılır.
6. Kumanda odasındaki bustere ait panolar hazır hale getirilir.
7. Buster pompa devreye alınır ve transfer işlemi başlar (ince petrol tankından kalın petrol tankına)
8. Transfer işlemi başladıktan sonra karışımın iyi olması için mikserler çalıştırılır.
9. Hedeflenen ince petrol miktarı kalın petrol tankına alınınca buster pompa stop edilir.
10. Açılan vanalar kapatılarak iki saat sonra mikserler stop edilir.
11. Tank stabil hale geldikten sonra paçal yapılan tanka kapanış işlemleri uygulanır. İnce petrol tankından metre ölçüsü ve tank sıcaklığı alınır ve etiket düzenlenerek taşıyıcı şirket temsilcisi ile beraber imzalanır.
12. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır ve Ham Petrol Hesap Cetveli 'ne işlenir (BOTAŞ, 2007).

3.5.5. Ana Hattı Pompaj

1. Taşıma programı çerçevesinde ana hat pompajı yapılacağı talimatı dispeçerlikten alınır.
2. Pompaja hazır olan tankın tank dibi ve manifolddaki çıkış vanaları açılır. Busterlerin önündeki manifoldda bulunan pompaj hattı vanası açılır. Buster ve ana hat pompaların havası alınarak kontrolü yapılır.
3. Kumanda odasındaki buster ve ana hat pompalarına ait panolar hazır duruma getirilir. Buster pompa panodan devreye alınır.
4. Ana hat pompaları panodan devreye alınır, çıkış vanaları panodan açılır.

5. Pik gönderilecekse kovanda hazır bekleyen pike yol verilir.
6. Pompaj süresince pompa ve tank değerleri saatlik olarak kaydedilir ve dispeçerliğe bildirilir. Bilgiler Boru Hattı Günlük İşletme Kayıt Tablosuna işlenir.
7. Hedeflenen miktar pompalanınca çalışan pompalar stop edilir. Bir sonraki operasyonla ilgili dispeçerlikten bilgi alınır.
8. Tank kapanış işlemleri yapılır ve etiket düzenlenerek taşıtıcı şirket temsilcisi ile beraber imzalanır.
9. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır ve ham petrol hesap cetveline işlenir (BOTAŞ, 2007).

3.5.6. Ana Hattı Yardımcı Pompaj

1. Bir önceki istasyondan pompajın başlayacağı bilgisi Dispeçerlik tarafından verilir.
2. Ana hat giriş vanası açılır ve ana hat pompaların havası alınarak, kontrol edilir.
3. Kumanda panoları pompaları çalıştırmaya hazır konuma getirilir.
4. Bir önceki istasyondan pompajın başladığı haberi verilir.
5. Pik yollanması gerekiyor ise, pik gönderme kovanı gönderme pozisyonuna getirilir.
6. Bir önceki istasyondan pompajın başlaması ile beraber istasyon girişinde yeterli basıncın olması beklenir.
7. Yeterli basınç oluştuğunda panodan pompalar devreye alınır çıkış vanaları panodan açılır.
8. Pompaj süresince pompa değerleri saatlik olarak Boru Hattı Günlük İşletme Kayıt Tablosuna kaydedilir.
9. Bir önceki istasyonda pompajın bittiği haberi Dispeçerlik tarafından verilir; eğer bir önceki istasyondan atılan pik, bu istasyonda alındığında pompaj bitirilecekse, pik alma kovanına girdiğinde bir önceki istasyon aranarak pompajın stop etmesi sağlanır. Ana hat giriş vanası kapatılır.
10. Ana hattın giriş basıncı istenilen seviyeye düşüncüye kadar pompalar çalışıp bu seviyeye gelince stop edilir. Ana hat giriş vanası kapatılır. Bir sonraki operasyonla ilgili dispeçerlikten bilgi alınır.

11. Eğer bir önceki istasyondan gönderilen pik geldiğinde pompaja devam edilecekse pik geldiği anda gönderme kovanındaki pike yol verilir ve pompaja devam edilir (BOTAŞ, 2007).

3.5.7. Ana Hatta Enjeksiyon Pompajı

1. Taşıma programı çerçevesinde ana hatta yardımcı olarak çalışılırken aynı zamanda enjekte pompajı yapılacağı talimatı dispeçerlikten alınır.
2. Bir önceki istasyon çalıştığı için Ana Hat Pompaları (MLP), Buster olarak (yardımcı) devrededir.
3. Pompaja hazır olan tankın tank dibi ve manifold çıkış vanaları açılır.
4. Buster pompanın giriş ve DLH pompasına çıkış vanası açılır.
5. DLH (enjeksiyon) pompasının giriş vanası açılır.
6. Pompaların havası alınır, kontrolü yapılır.
7. Kumanda odasındaki panolar pompaları çalıştırmaya hazır duruma getirilir.
8. Bir önceki istasyondan pik gelmiş ise pik alma ve pik gönderme işlemi uygulanır.
9. Önce buster pompa, sonra DLH (enjeksiyon) pompa panodan devreye alınır. Çıkış vanası panodan açılır.
10. Pompaj süresince pompa ve tank değerleri saatlik olarak kaydedilir ve dispeçerliğe bildirilir.
11. Tank kesin kapanış işlemleri yapılır ve etiket düzenlenerek imzalanır.
12. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır, Ham petrol Hesap Cetveline işlenir (BOTAŞ, 2007).

3.5.8. Ham Petrol Tanklarının Doldurulması

1. Taşıma programı çerçevesinde istasyonlardan pompalanan petrolün saatlik takibi yapılır.
2. Saatlik değerler (terminal ve tank giriş basıncı, gravite ve debi) Dört Yol Günlük Ham Petrol Hareket Kayıt Tablosuna kaydedilir.

3. Tank çevirme (aynı tapaya ait tank çevrimi veya pik gelimi) işlemi gerçekleştirilir.
4. Ham petrol depolanacak olan tankın tank dibi giriş vanası açılır.
5. Tankın dolmasına yakın iki saat önce mikserler çalıştırılır.
6. Tankta hedeflenen ham petrol miktarına ulaşıncaya veya pik gelince ham petrol depolanacak yeni tankın manifold giriş vanası açılıp dolan tankın manifold giriş vanası kapatılır.
7. Dolan tankın tank dibi giriş vanası kapatılır.
8. Pik gelmişse kovandan çıkartılır.
9. Dolumu biten tankın mikserleri bir saat sonra stop edilir.
10. Etiket değerlerine göre tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır. Değerler bilgisayara kaydedilir (BOTAŞ, 2007).

3.5.9. Ham Petrolün Tankere Yüklenmesi

1. Aylık taşıma programına uygun olarak açığa gelen gemi tarafından yüklemeye hazır olduğunu bildiren hazırlık mektubu elden veya faks ile iskele şefine bildirilir.
2. Yanaşmakta olan tankerle ilgili ön bilgiler iskele şefi tarafından iskeleye bildirilir
3. Hangi tanktan yükleme yapılacağı bilgisi alınır.
4. Yüklenecek tankın tank dibi çıkış vanası ile manifolddaki çıkış vanası açılır.
5. Pompaların havası alınarak kontrolleri yapılır.
6. Yükleme pompalarını devreye alabilmek için kumanda panoları hazır duruma getirilir.
7. Yüklemenin başlaması ile ilgili, Petrol İletimi Mühendisliği'nden talimat beklenir.
8. Gemiye pilot ve römorkör talebinde bulunularak yanaşması talimatı verilir. Palamarcıların çağırılması sağlanır.
9. Manevra neticesinde emniyetli bir şekilde iskeleye yanaşan gemiye çıkılır.
10. Gemide yükleme emniyeti ile ilgili hususlar kontrol edilir ve durum imza altına alınır. Tanker ve İskele Emniyet Formu
11. Gemi ile yüklenecek petrolün özellikleri, yüklemenin kaç kolla ve hangi debiyle yapılacağı protokol altına alınır. Yükleme Protokolü
12. Yükleme kolları emniyetli bir şekilde bağlanır, yükleme kollarına ait vanalar açılır.

13. Geminin balastı var ise balast hattına ait vana açılarak geminin balast tahliyesi yapılır. Balast işlemine ait vana kapatılır.
14. Balastın bitiminden sonra gemideki yükleme yapılacak tanklar kaptan, iskele ve balast şefi ve surveyör tarafından kontrol edilerek boş tank formu düzenlenir ve imzalanır. Yükleme Protokolü
15. Gemiden yüklemeye başlama talimatı beklenir.
16. Tank ölçüsü ve tank sıcaklığı alınarak tank dibi vanası açılır.
17. İskeledeki ana yükleme vanası açtırılır. Dispeçerlik veya pompa dairesine bildirilir.
18. Gemi tanklarına ham petrol girdiği gemi tarafından teyit edilir ve geminin isteğine bağlı olarak pompaların çalıştırılması sağlanır.
19. Alınan talep tank sahasına bildirilir.
20. Pompalar devreye alınır, miktarlar her saat başı kaydedilerek mühendise bildirilir.
Günlük Ham Petrol Hareket Kayıt Tablosu
21. Yüklenecek ham petrol miktarına göre tank seviyeleri belirlenir.
22. Yüklenen tank birden fazla ise birinci tankın bitimine doğru ikinci tankın tank dibi çıkış vanasını açılır ve birinci tanka çıkılarak ölçü takip edilir.
23. Tank değişimi için pompaların devri düşürülür.
24. Birinci tankın yükleme ölçüsü tamamlandığında operatör telsizle durumu manifold başında bekleyen operatöre bildirir.
25. İkinci tankın manifold çıkış vanası açılarak birinci tankın manifold çıkış vanası kapatılır.
26. Yükleme açılan son tankın seviyesinin tamamlanmasına yakın tanka çıkılır ve ölçü takip edilir.
27. Ölçünün tamamlanmasına yakın pompalar devreden çıkarılır ve iskele personeli ile telsiz irtibatı kurulur.
28. Ölçü tamamlandığında iskele aranarak ana yükleme vanası kapatılır.
29. Gemi stop yapılacaksa (Ship-Stop) gemi talimatından sonra iskelede vana kapatılır.
30. Tanktan metre ölçüsü alınır. Tank sıcaklığı ölçülür. Tank kesin kapanış işlemleri yapılır. Tank Kesin Kapanış İşlemleri Talimatı.
31. Yüklenen petrolün miktarı ile ilgili etiket değerleri bilgisayara girilerek yükleme evrakı düzenlenir. Taşıyıcı şirket temsilcisi ile beraber imzalanarak iskeleye gönderilir.

32. Tank dibi ve manifold çıkış vanaları kapatılır (BOTAŞ, 2007).

3.5.10. Ham Petrol İletiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Terminal ve istasyonlarda depolanan ham petrol, bulundukları istasyonların stok durumuna göre, öncelik verilerek deniz terminaline pompalanır. Deniz terminalinde depolanan taşıyıcı ham petrolü, deniz tankerleri vasıtası ile petrol rafinerilerine sevk edilir. Bu işlemleri sağlıklı bir şekilde takip etmek için şu tedbirler alınır:

- Ham petrol üretici şirketler, günlük üretimlerini istasyon ve terminale gönderir.
- İstasyonlara gelen ham petrol miktarına göre, istasyonlarında bulunan tank stoklarının takibi yapılır.
- İstasyonlara gelen ham petrolün, üretim sahalarında sıkışma yapmayacak şekilde, deniz terminaline nakli için, uygun bir pompaj programının düzenlemesi yapılır. (Aylık Taşıma Programı)
- İstasyonlardan deniz terminaline pompaj yapılırken, pompa basınç durumları ve hat basıncı her an kontrol altında bulundurulur.
- Pompaj yapılan tankın ve deniz terminalinde ham petrol alınan tankın, eksilme ve taşmaların önlenmesi için saatlik ölçüler kayıt altında tutulur (BOTAŞ, 2007).

3.5.11. Farklı Taşıyıcı Firmaların Petrolü Taşınırken Dikkat Edilecek Kurallar

Taşıyıcı, tatbiki mümkün ve müsait olduğu takdirde, taşıtıcının ayrı ayrı tapalar halinde ham petrol taşıma taleplerini kabul eder.

Taşıtıcının boru hattında taşıtacağı ham petrolde Boru Hattı Taşıma Tarifesi Gereğince şu hususlar göz önüne alınmalıdır:

- Ham petrol dinlenmiş ve köpükten arındırılmış olarak taşıtıcıdan teslim alınacaktır.
- İstasyonlardan pompalanacak taşıyıcı ham petrolünü teslim alırken; tank içindeki ölçümler, ASTM Norm D – 1085 gereğince alınacaktır. Tank sühunetleri, ASTM Norm D – 1086 gereğince tespit edilecektir. Numuneler, ASTM Norm D – 207 gereğince alınacaktır. Su ve dip tortusu, ASTM Norm D -96 gereğince tespit

edilecektir. Ham petrol gravite testleri, ASTM Norm D-287 gereğince yapılacaktır. Bilumum hacim hesap tespitleri, ASTM Norm D-1087 gereğince yapılacak ve petrol ölçüm cetvelleri ASTM Norm D-1250 kullanılacaktır. Böylece istasyon ve terminallerde taşıyıcı ham petrolü teslim alınmış olur.

- Ayrıca teslim alınan ham petrolün su yüzdesi (%2)'yi geçmeyecektir ve içindeki tuz oranı 1000 varil ham petrolde, 125 Libre (56.669 Kg.)'yi geçmeyecektir.
- Bir tankın açılış ve kapanış seviye ölçüsü yapılırken Metre ile ölçü alınmalıdır. Tanklar üzerindeki otomatik seviye göstergeleri sadece ara kontroller için kullanılacaktır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12. Diğer Prosesler

3.5.12.1. Ham Petrol Tapası ve Değiştirilmesi

Tapa: Taşıyıcı şirkete ait ham petrolün, istasyonlarda giriş noktasından (önüne Pik atılıyor) çıkış noktasına kadar özelliklerini mümkün olduğu müddetçe aynen koruyacak şekilde diğer taşıyıcı şirketin ham petrolleriyle karıştırılmasından (sonuna da Pik atılıyor) ayrı olarak sevklerini istediği belirlenmiş bir hacimdir. Tapalar bir yıl boyunca ayrı ayrı numaralandırılarak yılsonuna kadar devam edilir.

Boru hattımızdan genelde iki taşıyıcı firmanın ayrı tapalar halinde ham petrolü taşınmaktadır. Bu taşıyıcılar TPAO ve PERENCO şirketleridir. Batman'dan gönderilen TPAO tapasını (B – 1, B – 2, ... vb.) ve Diyarbakır istasyonundan gönderilen PERENCO tapasına da (1, 2, 3, ... Tapa vb.) gibi numaralar verilmektedir.

Örnek verirse; Diyarbakır istasyonundan PERENCO şirketine ait 1 nolu tapa önüne PİK atılarak pompaja başlanır. Tapa miktarı bitince, tekrar Pik atılarak, Batman – 2 tapa pompajına geçilir. Batman – 2 tapası önündeki Pik aynı anda PERENCO şirketinin 1 nolu tapa bitim Pik'i olmaktadır. PERENCO Şirketine ait 1 nolu tapa, boru hattından izlenerek Dört Yol'a iki saat kala pompacı, tapayı değiştireceği tankın ölçü ve sühnetini alır. Dört Yol terminalinde gravitemetreden gravite izlenmeye başlanır. Gravite bariz değişiklik göstermeye başladığı an pikin gelmesinin yakın olduğu anlaşılır. İstasyona gelen Pik 'in geldiğini haber veren zilin çalmasını müteakip, tapa

hangi tanka alınacaksa onun üretim vanası önceden açılır. Petrol o tanka alınmaya başlanır ve diğer tankın vanası kapatılır.

Tank değişimleri yapıldıktan sonra, dört saat müddetle petrolün dinlendirilmesi, gaz ve köpüğün sabit hale gelmesi beklenir. Müteakiben bu tanktan da ölçü ve sühunet alınarak ticket'e (Ham Petrol Teslim Tesellüm Belgesi) kaydedilir (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.2. Pik Yerleştirme

Pik: Herhangi bir başlangıç noktasından boru hattı içerisine yerleştirilerek ham petrol akışı ile birlikte taşınan, farklı özellikteki petrolün karışmasını önlemek veya bakım ve temizlik amaçlı yararlanılan plastikten mamul tapaya verilen isimdir.

Eğer aynı istasyondan pompaja başlanacaksa ön kovanda bekleyen pikin gönderilmesi için kovanın giriş ve çıkış vanaları açılır ve kovanın önündeki ana hat çıkış vanası kapatılarak akışın kovandan geçmesi sağlanır; pompaların devreye alınıp akışın başlaması ile pik gider.

Bir önceki istasyondan gelen pik kovana girdiğinde pompaja devam edilmesi halinde ön kovandaki pikin gönderilmesi için bir önceki istasyondan gelen pik kovana girer ve ön kovanın giriş ve çıkış vanaları derhal açılır; kovanın önündeki ana hat çıkış vanası kapatılarak akışın kovandan geçmesi sağlanır ve pik gider.

1. Kovan çıkışındaki dile pikin çarpması ile dilin döndüğü gözlenir. Dilin dönmesi ile pikin gittiği anlaşılır.
2. Kovanın önündeki ana hat çıkış vanası açılır.
3. Kovan giriş ve çıkış vanası kapatılır ve akışın kovan dışından geçişi sağlanır.
4. Kovan alt tahliye vanaları açılıp, kovan içindeki ham petrol tahliye tankına boşaltılır.
5. Kovanın önündeki kapak açılır ve kovana pik konularak kovan kapağı ve alt tahliye vanaları kapatılır.
6. Kovan girişindeki vana açılır ve kovanın içi ham petrolle doldurularak havası alınır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.3. Pik Alımı

1. Bir önceki istasyondan gönderilen pikin yaklaştığı dispeçer tarafından bildirilir.
2. Pik geldiğinde kovan girişindeki pik zili sinyalinin çalması ile pikin kovana girdiği anlaşılır.
3. Pik kovana girdikten sonra kovan öncesi ana hat vanası açılır kovan giriş ve çıkış vanaları kapatılarak pik kovana hapsedilir.
4. Akış kovan dışından devam etmeye başlar.
5. Kovanın altındaki kovan alt tahliye vanaları açılır ve kovandaki ham petrol tahliye tankına boşaltılır.
6. Kovanın önündeki kapak açılarak pik dışarı alınır.
7. Kovan kapağı ve tahliye vanaları kapatılır.
8. Kovan girişindeki vana açılır ve kovanın içi ham petrolle doldurularak havası alınır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.4. Pik Kovanı Temizleme

1. Pik kovanından çıkarılan pik, tahliye havuzunda dinlendirilir.
2. Ham petrolü süzülen pik, motorin ile temizlenir.
3. Havalandırılan pik, tahliye havuzunda bol su ile yıkanır.
4. Yıkanan pikler, üstüğü ile kurulanır.
5. Temiz ve kurulanmış pikler, pik odasında saklama (bekleme) kübetine konulur.
6. Pik tahliye havuzu temizlenir, temizlik anında çıkan sıvı artıkların sump tanka tahliyesi yapılır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.5. Terminalde Ham Petrolün Depolanması ve Gemiye Yüklenmesi

Dörtüol terminalinde taşıtıcı firmalara tahsis edilmiş olan tanklarda açılış ölçüsü yapılarak tapa ile gelen ham petrol tanka alınır. Bu işlemlere sıra ile devam edilir. Dolan tankın kapanışı yapılarak ticket'e (ham petrol teslim-tesellüm belgesi) metre ölçüsü,

numune sıcaklığı, tank sıcaklığı, gravitesi, su ve dip tortusu belirlenerek 60 F deki brüt ve net değeri tespit edilir. Ayrıca tapa ile gelen petrolün kayıp ve kazancı da hesaplanmış olur.

Ayrıca tanktan bu ölçüleri belirleyen üç adet numune kabına numuneler konulur ve bir ay bekletilmek üzere ağzı mühürlenir. Dörtüol terminalinde bulunan taşıyıcı firmaların ham petrolü yapılan aylık taşıma programı gereğince deniz tankerlerine yüklenerek rafinerilere işlenmek üzere gönderilir (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.6. Tankerin İskeleye Yanaşması ve Hortumların İskeleye Bağlanması

Yapılan gemi programına göre iskeleye yanaşması beklenen tanker gelmeden önce gemi acentesi tarafından geminin halatlarının iskeleye bağlanması için römorkör hizmeti satın alırlar ve pilot ve işçiler gemiye binerler. Gemi geldiği andan itibaren pilot kaptan gemiyi iskele şefinin kontrolünde iskeleye yanaştırırlar. Gemi iskeleye sabitlendiğinde vinç ile yükleme kolları gemiye uzatılır ve kaplinler ile bağlantısı yapıp, yüklenmeye başlamaya hazır hale gelir. Bu işlemden sonra iskele şefi ve ekspertiz firmanın temsilcisi gemiye çıkar ve gerekli evraklar doldurulur. Karadaki tankerler hazır olduğunda ise yükleme başlatılır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.7. Tank Kapanış İşlemleri

1. Tank kapanışı için ilk işlem elle ölçü almadır.
 - a) Tankın kalibre cetveli petrolle dolu kısmın ölçüsüne göre yapılmış ise; tanktaki ham petrol seviyesini tespit etmek için şakul metre ölçü alma menhol kapağının referans noktasından tank tabanına doğru indirilir, tank dibine yaklaşıncaya daha yavaş hareket edilerek şakulün ucunun tabana hafifçe dokundurulması sağlanır. Hafif dokunmayı hissedince metre yukarı çekilir ve petrolle kesiştiği nokta okunarak seviye tespit edilir (ölçüden emin olmak için bu işlem en az iki kez yapılır).

- b) Kalibre cetveli tankın boş kısmının ölçüsüne göre yapılmış ise; boşluk ölçüsü alınırken şakülmetre ölçü alma menhol kapağının referans noktasından sarkıtılır ve petrolü kısma girdirilip 10 cm. civarı daha aşağıya bırakılır. Daha sonra yukarı çekilerek referans noktasından petrol yüzeyine olan boşluk miktarından petrole batan kısmın ölçü değeri çıkartılarak boşluk ölçüsü hesaplanır (ölçüden emin olmak için bu işlem en az iki kez yapılır).
2. Tanktaki ham petrol seviyesi tespit edildikten sonra bu seviyeye göre tanktan kaç numune alınacağı belirlenir.
 - a) Petrol seviyesi 3 m. den az ise dolu kısmın orta noktasından 1 adet numune alınır.
 - b) Petrol seviyesi 3 - 4,5 m. arasında ise dolu kısmın üstten 90 cm-1 m. altından 1 adet, alttan tabanın 90 cm -1 m üstünden 1 adet olmak üzere toplam 2 adet numune alınır.
 - c) Petrol seviyesi 4,5 m. den fazla ise ortadan 1 adet, üstten 1 adet ve alttan 1 adet olmak üzere toplam 3 adet numune alınır.
 3. Alınan numuneler adet sayısına göre orta, üst ve alt olmak üzere numune kaplarına doldurulur ve işaretlenerek ağızları kapatılır (BOTAŞ, 2007).

3.5.12.8. Hesaplama İşlemleri

3.5.12.8.1. Ham Petrol Hesaplamaları

1. Tankın açılış ölçüsüne kalibre cetvelinden bakılır ve görünen varil değeri okunarak ham petrol hesap cetveline kaydedilir.
2. 23-a tablosunda ortalama numune sıcaklığı ile ortalama görünen gravite çakıştırılarak spesifik gravite değeri bulunur ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir.
3. 24-a tablosunda, 4. Maddede bulunan spesifik gravite ile ortalama tank sıcaklığı çakıştırılarak hacim düzeltme katsayısı bulunur ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir.

4. Maddede bulunan hacim düzeltme katsayısı ile 3. maddede bulunan görülen varil çarpılarak tanktaki ham petrolün brüt varil cinsinden miktarı saptanır ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir.
5. Tanktaki brüt varil ile ortalama su oranı çarpılarak ham petrol içindeki su miktarı hesaplanır ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir.
6. Bulunan su miktarı brüt ham petrol miktarından çıkartılarak tanktaki ham petrolün net varil olarak miktarı bulunur ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir,
7. Metrik ton miktarı bulunmak istenirse; bulunan spesifik gravitenin, metrik ton katsayısı tablosunda karşılık gelen metrik ton katsayı miktarı bulunur. Tanktaki ham petrolün brüt varil ve net varili ile çarpılarak brüt ve net metrik tonlar hesaplanır.
8. Tanktaki ham petrolün izafi sıklet değeri hesaplanmak istenirse; net varil değeri ile spesifik gravite değeri çarpılarak izafi sıklet değeri hesaplanır ve kaydedilir.
9. İlk 10 maddede tankın açılış değerlerine uygulanan tüm hesaplamalar kapanış değerlerine de uygulanarak tank kapanış değerleri hesaplanır ve ham petrol hesap cetveline kaydedilir.
10. Kapanış değerlerinden açılış değerleri çıkartılarak tankta hareket gören ham petrol miktarı hesaplanır, ham petrol hesap cetveline kaydedilir. (brüt varil, net varil, brüt ve net metrik ton) (BOTAŞ, 2007)

3.5.12.8.2. Paçal Hesaplamaları

Paçal: Kalın graviteli ham petrolü ince graviteli ham petrol ile karıştırarak, başlangıçta elde bulunan kalın graviteli ham petrolden daha ince graviteli ham petrol elde etme işlemine paçal denir (BOTAŞ, 2007).

Yöntem:

- A : Kalın ham petrol spesifik gravitesi
- B : Ulaşmak istediğimiz spesifik gravite
- C : İnce Petrol spesifik gravitesi
- D : Elimizdeki kalın graviteli ham petrol miktarı (brüt varil)
- E : İhtiyaç duyulan ince ham petrol miktarı (brüt varil)

$$E = \frac{A-B}{B-C} \times D \quad (3.1.)$$

Örnek: 0.9500 spesifik graviteli 80.000 brüt varil kalın ham petrolü 0,9200 spesifik graviteye getirmek için ne kadar 0,8550 spesifik graviteli ince ham petrolden kullanmak gerekir?

A= 0.9500 B= 0.9200 C= 0.8550 D= 80.000 Varil

$$E = \frac{0,9500 - 0,9200}{0,9200 - 0,8550} \times 80.000 = 36.923 \text{ varil}$$

3.5.13. Laboratuvar Prosesleri

3.5.13.1. Numunenin Sıcaklık ve Gravite Ölçümü

1. Tanktan belirlenen seviyelerden alınan numuneler laboratuvara getirilir. Oda sıcaklığında 20 dk. dinlendirilir. Numuneler oda sıcaklığına getirildiğinde numune bidonları iyice çalkalanır ve 3 ayrı cam silindirlere alt, orta, üst olarak tek tek boşaltılır.
2. Cam silindirlere alt, orta, üst olarak doldurulan petrol içine tek tek hidrometreler daldırılır. Hidrometreler termometreli değilse aynı anda termometrelerde daldırılır 5 dk. bekletilir hidrometre ve termometre değerleri aynı anda okunur (BOTAŞ, 2007).

Okunan değerler görünen değerlerdir.

Örnek sp. Grv. 0.854 Sıcaklık 63 F °

3.5.13.2. Numunenin % Su Tespiti

1. Alınan numuneler alt, orta, üst olarak santrifüj tüpüne % 50 çözücü sıvı (tolüen), %50 ham petrol karıştırılarak konulur.

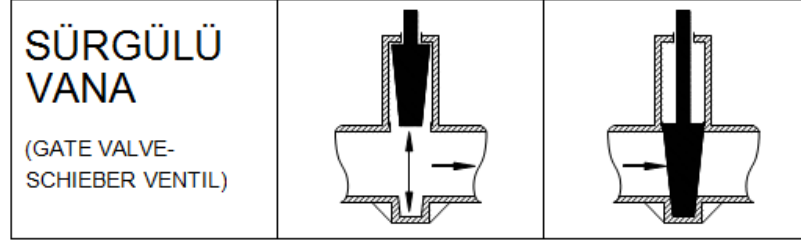
2. % 50 tolüen konan tüplerin içine % 50 ham petrol konulur.
3. Santrifüj tüplerine % 50 çözücü sıvı, %50 ham petrol konulduktan sonra tüplerin içine çözölmeyi kolaylaştırmak için 3 er damla emülsiyon kırıcı kimyevi madde (tretolite) damlatılır.
4. Santrifüj tüpleri mantarları kapadıktan sonra başparmak mantar üstünden bastırarak, iyice çalkalanır ve ısıtma küvetine konulur.
5. 60 C° de 5 dk. bekletilir.
6. Santrifüj tüpleri ısıtma küvetinden çıkarılıp, santrifüj e konulur.
7. 1600 devir / dk. hızla dönen santrifüjde 5 dk. bekletilir.
8. Santrifüj tüpleri ısıtma küvetinden çıkarılıp dibinden itibaren su ve tortu değerleri okunur.
9. Santrifüj tüpüne % 50 tolüen %50 ham petrol konulmuşsa her çizgi 0,002 olarak okunur.
10. Şayet % 100 ham petrol esasına göre yapılmışsa her çizgi 0,001 olarak okunur (BOTAŞ, 2007).

3.6. İşletmede Kullanılan Vana Tipleri ve Özellikleri

Batman'dan Dörtöl'a kadar olan 511 km lik boru hattı boyunca birçok farklı türde vana kullanılmaktadır. Bu bölümde işletme bünyesinde mevcut vanaların genel özelliklerinde bahsedilecektir.

3.6.1. Sürgölü Vana (Gate Valve):

Boru hattı boyunca 26 adet ve işletmelerde her tankın giriş ve çıkışında sürgölü vana kullanılan vana kullanılır. Özellikle boru hattı boyunca pik operasyonu olduğu için pikin geçişine engel olmayacak bu vana şekli kullanılması zorunlu olmuştur. Şekil 3.10.'da sürgölü vana şematik çizimi görölmektedir.



Şekil 3.10. Sürgülü Vana Şematik Çizimi (Gürel, 2003)

Sürgülü vanalar; akışkan geçişini, iki sızdırmazlık halkası arasında, geçiş yönüne dik olarak kayan bir diskle (sürgü ile) kapatıp, açarak görevlerini yerine getirirler. Sürgü; tek parça olabileceği gibi, çok parçalı da olabilir. Tam açık veya tam kapalı olarak çalışmaları tercih edilir. Hassas akış kontrolü için uygun değildir. Son yıllarda kullanımları giderek azalmaktadır (Gürel, 2003).

3.6.1.1. Sürgülü Vananın Üstünlükleri

- Tam açık vana, akış için direnci oldukça düşük, düzgünce bir geçiş sağlar.
- Her iki taraftan akış için de kullanılabilirler.
- Vana herhangi bir konumda monte edilebilir. Ancak, milin yere dik ve volanın üstte olması tercih edilir.
- Büyük anma ölçülerinde bile kısa vana boyu söz konusudur.
- Ucuzdurlar ve rahat bulunabilirler.
- Yüksek basınçlara uygun tipleri vardır.
- Yangın emniyetli veya düşük sıcaklıklara uygun tipleri vardır (Gürel, 2003).

3.6.1.2. Sürgülü Vananın Zayıf Yönleri

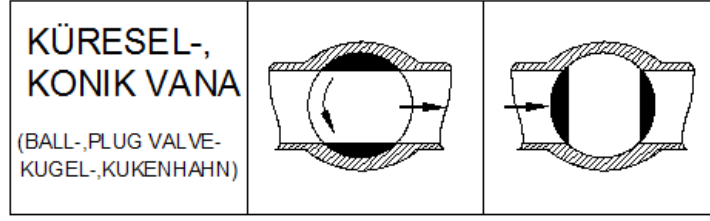
- Hassas akış kontrolü için uygun değildir, çünkü akışın kısılması ile milin hareketi arasında belirli bir orantı yoktur. Vana, yaklaşık %75 kapanana kadar, ancak çok düşük oranda bir akış kısılması sağlanabilir. Tam açık veya tam kapalı

olarak çalışmaları tercih edilir. Kontrol için yarım açık tutulduğunda, sürgü titreşerek gürültü çıkarıp, sitlere çarpabilir.

- Tam sızdırmazlık istenen tesisatlar için uygun değildir.
- Vana yüksekliği, diğer tip vanalar içinde en yüksek olanıdır. Yükseklikte çok yer tutar.
- Uzun strok yüzünden açma kapama süreleri uzar.
- Ölü hacim içermektedirler. Vana içinde kalıntılar birikebilir. Bu kalıntı birikimi, vananın çalışmasını engelleyecek boyutta olabilir. Bakım ihtiyacı fazladır.
- Sızdırmazlık yüzeylerinin mekanik zorlanması önem taşır. Kapama sonlarında ve açma sırasında, basınç dengesi sağlanana kadar (yaklaşık %10 açmaya kadar) çıkış tarafında kalan sızdırmazlık yüzeyi sürtünme ve aşınma etkisinde kalır. Sık açma kapama için uygun değildir.
- Esneme kabiliyeti olmayan tek parça sürgü ile sıcak akışkan geçen bir tesisatta kapatma yapıldığında, sürgü akışın biraz dışında kaldığı için nispeten soğuk olarak yuvasına oturur. Akış kesildiği için çıkış tarafı soğumaya başlar, gövde kasılır ve sürgü sıkışır. Açmak için aşırı kuvvet uygulanması gerekir. Sıkışmış parçanın sürtünerek açılması, sızdırmazlık yüzeylerinde bozulmalara yol açar. Bu da sızdırma, sit yüzeyinin erozyonu ve sonuçta büyük kaçaklara sebep olur.
- Yarım açık pozisyonda, debi yüksek ise, sürgü titreşmeye ve gürültü ile yan sitlere çarpmaya başlar. Bu da sızdırmazlık yüzeylerinde bozulmalara yol açar (Gürel, 2003).

3.6.2. Küresel Vana (Ball Valve)

Özellikle boru hattının her bir terminale giriş ve çıkışlarında kullanılan vana tipidir. Buralarda özellikle basınç izleme sisteminin tam çalışması için hassas ve kaçak olma ihtimali en düşük olan bu vanalar kullanılması gerekmektedir. Diğer çeşit vana kullanımında basınç izleme sistemi hatalar verebilmektedir. Şekil 3.11. de tipik bir küresel vana çizimi gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Küresel Vana Şematik Çizimi (Gürel, 2003)

Küresel vanalar; bir milin ucuna yerleştirilmiş ortasında bir veya birden fazla delik olan, çoğunlukla elastomer (İhtiyaca göre metal de olabilir) iki conta arasında dengelenmiş bir kürenin, akışkan geçiş delik ekseninde 90° döndürülmesi ve deliğin (deliklerin) geçişe açık veya kapalı konuma getirilmesi ile akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirirler. Tam açık veya tam kapalı olarak çalışmaları tercih edilir (Gürel, 2003).

3.6.2.1. Küresel Vananın Üstünlükleri:

- Akışkanın serbest, rahat geçişini sağlarlar.
- Özellikle 2 yollu vanalarda basınç düşümü çok düşüktür. Armatür akış direncinin en düşük olduğu vana tiplerindendir.
- Kullanımları rahattır.
- Aktüatörlü olarak kullanılabilirler.
- Gaz akışkanlar için de uygundur. Özellikle elastomer contaların kullanılması ile “0 kaçak” sağlanabilmektedir.
- Vananın her iki yönünden de akış mümkündür (Gürel, 2003).

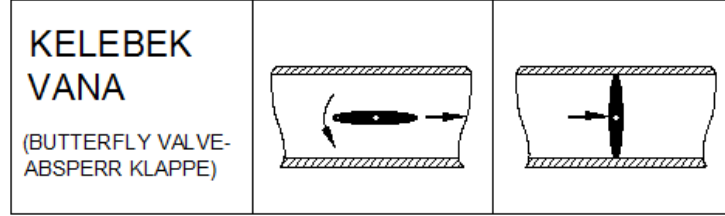
3.6.2.2. Küresel Vananın Zayıf Yönleri:

- Yapıları sebebi ile ağırlıkları fazladır.
- Küre ve gövde iç boşluğu arasında ölü hacim söz konusudur.
- Ani açma kapama koç darbeleri yaratabilir.

- Elastomer contalı vanalarda, elastomerin sıcaklık dayanımına bağlı olarak, nispeten düşük çalışma sıcaklıkları söz konusudur (Gürel, 2003).

3.6.3. Kelebek Vana (Butterfly Valve)

Sistem içerisinde küçük çaplı bazı borularda kelebek vana kullanılmaktadır. Özellikle hafif olmaları kullanılmaları için en önemli sebeptir. şekil 3.12. de tipik bir kelebek vana çizimi görölmektedir.



şekil 3.12. Kelebek Vana şematik izimi (Gürel, 2003)

Kelebek vanalar; merkezinden veya eksantrik olarak yataklanmış düz bir diskin, akışkan geçiş deliği ortasında 90⁰ döndürölmesi ile akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirirler. Hassas akış kontrolü için uygun değillerdir. Kontrol için kullanılmaları gerektiğinde; klappenin ancak 15⁰ ile 75⁰ arasında hareket sahasında kontrol mümkündür (Gürel, 2003).

3.6.3.1. Kelebek Vananın Üstünlükleri

- Hafiftirler. Montaj boyları kısadır.
- Belirli büyüklükten sonra maliyeti düşürürler.
- Açık konumlarında akışkan kalıntısı oluşmaz veya çok az oluşur.
- Rahat monte edilirler.
- Bakım ihtiyaçları azdır.
- Akışkan ile temas eden kısımları azdır.
- Akışkanın nispeten serbest, rahat geçişini sağlarlar.

- Kullanımları rahattır.
- Aktüatörlü olarak kullanılabilirler (Gürel, 2003).

3.6.3.2. Kelebek Vananın Zayıf Yönleri

- Yüksek basınçlar için uygun değildir.
- Ani açma kapama koç darbeleri yaratabilir.
- Elastomer kaplamalı vanalarda, elastomerin sıcaklık dayanımına bağlı olarak, nispeten düşük çalışma sıcaklıkları söz konusudur (Gürel, 2003).

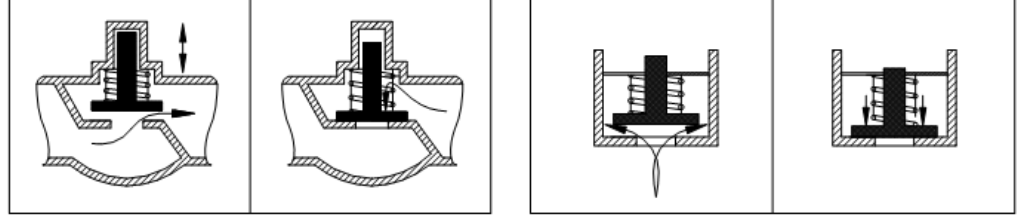
3.6.4. Çekvalf Vana (Check Valve)

Boru hattı boyunca kullanılmayıp işletme içerisinde tek yönlü akış istenilen yerlerde kullanılmaktadır. Mesela Balast tankına tahliye yapılan hat üzerinde Balast tankından herhangi bir yanlış operasyon sonucu tekrar üretim tankına kalitesiz ürün dönüşünü engellemek için kullanılır. Bu vanalar içinden geçen akışkanın geriye dönmesini engellemek amacı ile üretilen emniyet vanalarıdır. Çok çeşitli olmakla beraber burada sadece işletme içerisinde kullanılan kalkışlı çek valfler, çalpara çek valfler ve membranlı çek valflerden bahsedilecektir.

3.6.4.1. Kalkışlı Çek valfler (Lift Check Valves)

Kapatma elemanı oturma yüzeyine dik doğrultuda hareket eder. Yaylı ve yaysız tipleri vardır. Her iki tipte de akışkan basıncı ile açılan klape, yaysız olan tiplerde klape ağırlığı, yaylı tiplerde ise yay kuvveti ile kapatılır. Yaysız tipler sadece; dik olarak, klape oturma yüzeyinin üstünde olacak şekilde monte edilebilirler. Yaylı tipler ise prensipte yatay ve düşey monte edilebilirler. Küçük anma ölçülerinde (DN 300'e kadar) imal edilirler. Oturmalı tip (Glob) vana gövdeleri kullanılarak imal edildikleri gibi,

eksenel- düz gövdeli tipleri de vardır. Vidalı, flanşlı, sıkıştırılmalı tip bağlantılar söz konusudur (Gürel, 2003).



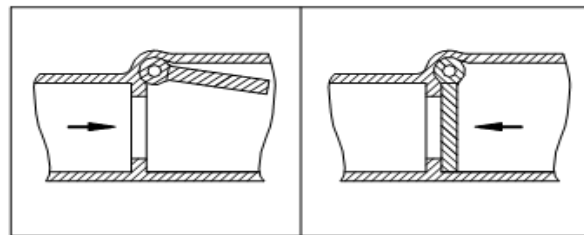
Şekil 3.13. Kalkışlı Çek Valf Şematik Çizimi (Gürel, 2003)

Avantajları: Klape stroku diğer tiplere göre daha kısadır. Bu yüzden daha çabuk kapatabilirler. Tam sızdırmazlık sağlanabilir. Parçaların tamamı özel metallerden seçilerek yüksek sıcaklıklara ve anma basınçlarına çıkılabilir.

Dezavantajları: Direnç faktörleri diğer tiplere göre daha yüksektir (Gürel, 2003).

3.6.4.2. Çalpara Çek Valfler (Swing Check Valves)

Kapatma elemanı, oturma yüzeyinin üstünde kalan bir menteşe sistemi ekseninde salınım hareketi yapar. Klape menteşe eksenini oturma yüzeyinin üstünde kalmak şartı ile yatay ve düşey monte edilebilirler. Ani kapanmalarını önlemek üzere; ağırlık, yay, amortisör uygulanabilen kollu tipleri vardır. DN 1000'e kadar imal edilirler. Anma basıncı $\leq$ PN 16. Vidalı, flanşlı, sıkıştırılmalı tip bağlantılar söz konusudur (Gürel, 2003).



Şekil 3.14. Çalpara Çek valf Şematik Çizimi

Avantajları: Klapenin açık konumunda geçiş tam açık olduğundan, direnç faktörleri düşüktür.

Dezavantajları: Tam sızdırmazlık sağlamak zordur (Gürel, 2003).

3.6.4.3. Membranlı Çek Valfler (Diaphragm Check Valves)

Özellikle istasyon girişlerinde basınç ayarlaması amacıyla da kullanılır. Yüksek basınçta gelen petrolü kontrolsüz olarak tanka gönderme sonucunda tankta oluşacak ani darbeler çok tehlikelidir. Yüzer tavalı tanklar için özellikle yüzer tavanın yerinden oynamasına dahi sebep olabilir. Bu çeşit vanalarda akışkan, akış yönünde ağız kapanmış boru şeklinde membranın içine girdiğinde, membranın sahip olduğu esneme kabiliyeti sayesinde ağız açılır ve akış sağlanır. Aksi yönde ise, akışkan membranın içine girme fırsatı bulamadan, kapalı ağızda kalır, geri dönemez. Bu tür çek valfler daha çok katı parçaları da içeren pis su hatlarında kullanılır (Gürel, 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Boru Hattı Hidroliği

(Çalışmanın bu bölümü Tesisat Mühendisliği Dergisi 2013 Ocak-Şubat ayı 133. sayısında yayınlanmıştır.)

Hidrolik, genel anlamda durgun veya hareket halinde bulunan sıvıların hareketlerini ve bunların ilgili tesislerle olan karşılıklı ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Kural olarak bir boru içerisinde iki farklı akış şekli görülebilir. Tüm basınç ve debi gibi hesaplar bu iki akış şekline göre seçilir. Bu iki akış şekli ise kararlı (Steady state) akış ve Kararsız (transient)akıştır (Anonim, 2013).

4.1.1. Kararlı Akış

Eğer boru içerisinde öz kütle, hız, basınç, sıcaklık gibi sıvının özellikleri zamana göre değişmiyor ise bu akış için kararlı akış diyebiliriz. Bu durumda akış hızı, ürün miktarı ve boru boyunca tüm kesitlerdeki basınç sürekli aynı kalır. (BIL, 2005) Dizayn yapılırken kararlı akımda sadece birkaç parametreye bakılır. Bunlar; hidrolik eğim (basınç çizgilerinin eğimi), gözlemlenen boru hattı kesitindeki basınç kayıpları ve tüm boru hattı boyunca en yüksek ve en düşük basınç değerleridir. Boru hattının çapı, malzemesi, pompa istasyonları sayısı ve ne tür pompa seçileceği bu bilgiler göz önüne alınarak tasarlanır.

Kural: Pompa çalışmaya başladıktan sonra her boru hattı sistemi zamanla pompanın basma kuvveti ile oluşacak güç girişi, sürtünmelerden dolayı oluşacak direnç kuvveti, özel hallerdeki kayıplar ve rakım farkında dolayı oluşan direnç kuvvetleri yenerek sabit basınç çizgileri, sabit akış hızı ve sabit ürün miktarı eşitlik sağlayıp kararlı hale gelmeye çalışacaktır.

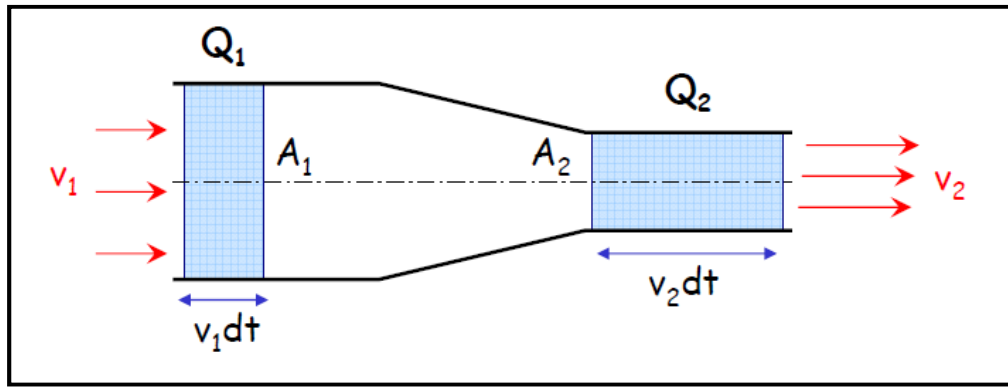
Bazı durumlarda pompalara ihtiyaç yoktur. Örnek olarak; eğer boru hattının başlangıç noktası bitiş noktasından daha yüksekte ise burada akışı sağlamak için pompaya ihtiyaç yoktur. Burada boru hattına akışı sağlayacak güç yerçekimi tarafından sağlanır. Bu durumda bile bir süre sonra boru hattının içinde etki eden kuvvetler stabil

hale gelerek kararlı bir tutum göstereceklerdir. Kararlı akışlar için sıvının sıkıştırılabilirliğini ve borun hattı malzemesinin elastikliğini göz ardı etmemiz mümkündür (BIL, 2005).

4.1.1.1. Sürtünme Kayıpları Hesabı

Kararlı akışlar için en temel kullanılacak olan formül süreklilik denkleminde türetilen maddenin korunumu prensibidir. Bu kanun, kapalı bir boru hattı sisteminde eğer öz kütlenin basınç ve sıcaklıkla değişmediği varsayılırsa ürün miktarının tüm boru hattı boyunca eşit olduğunu söylemektedir (Boles, 2007).

Süreklilik denklemi:



Şekil 4.1. Süreklilik Denklemi Şematik Çizimi (BIL, 2005)

$$Q_1 = Q_2 = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \text{sabit} \quad (4.1.)$$

Bu durumda eğer $A_1 > A_2$ ise $v_2 > v_1$ olur.

Burada;

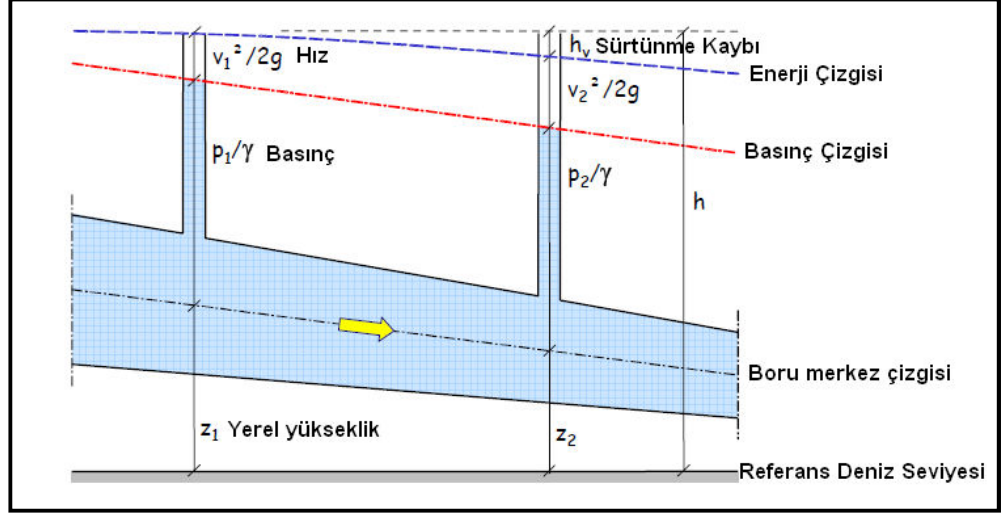
Q: Debi

A: Kesit Alanı

v: Akış Hızı

Boru hattındaki akış koşullarını incelemek için ikinci temel kural ise BERNOULLI denklemidir. Buna göre sabit bir akımda, bir yolda hareket eden

akışkanın sahip olduğu tüm mekanik enerjilerin toplamı yine bu yol üzerindeki her noktada eşittir (Boles, 2007). Bu ifade kinetik ve potansiyel enerji toplamlarının sabit olduğunu ifade eder. Bu yüzden akışkanın hızındaki herhangi bir artış, akışkanın dinamik basıncını ve kinetik enerjisini orantılı olarak artırırken statik basıncını ve potansiyel enerjisini düşürür.



Şekil 4.2. Bernoulli Denklemi Şematik Gösterimi (BİL, 2005)

Kinematik viskozite

$$\gamma = \rho g \quad (4.2.)$$

Denklemde yerine koyulursa, Bernoulli denklemi:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + h_v = h = \text{sbt} \quad (4.3.)$$

Olarak yazılır.

Burada;

γ : kinematik viskozite

ρ : akışkanın yoğunluğu, kg/m^3

g : yerçekimi ivmesi, m/sn^2

z : akışkanın referans yatay bir düzleme göre konumu, m

P: akışkan taneciğine uygulanan basınç, pascal (Newton/m²)

v: akışkan taneciğın hızı, m/sn

4.1.2. Laminer Akış

Akışkanın her taneciğı sabit hızda, boru eksenine paralel hareket ederek boru içerisinde düzgün bir akımın oluşmasını sağlar. (Re<2300) (Boles, 2007).

4.1.3. Türbülanslı akış

Akışkanın her taneciğı farklı hız ve yönde gelişigüzel hareket eder ve girdap oluşur. Bu nedenle boru kesitinde düzgün olmayan bir akımın oluşmasına sebebiyet verirler.

Akım şartlarının belirlenmesinde Reynolds (Re) sayısının büyüklüğü önemli bir parametredir (Re>2300). Re, 2300'e çok yakınsa sistem karasız olup, Laminer ve türbülanslı akış arasında salınır (Koşkan, 2005).

$$R_e = \frac{vD}{\gamma} \quad (4.4.)$$

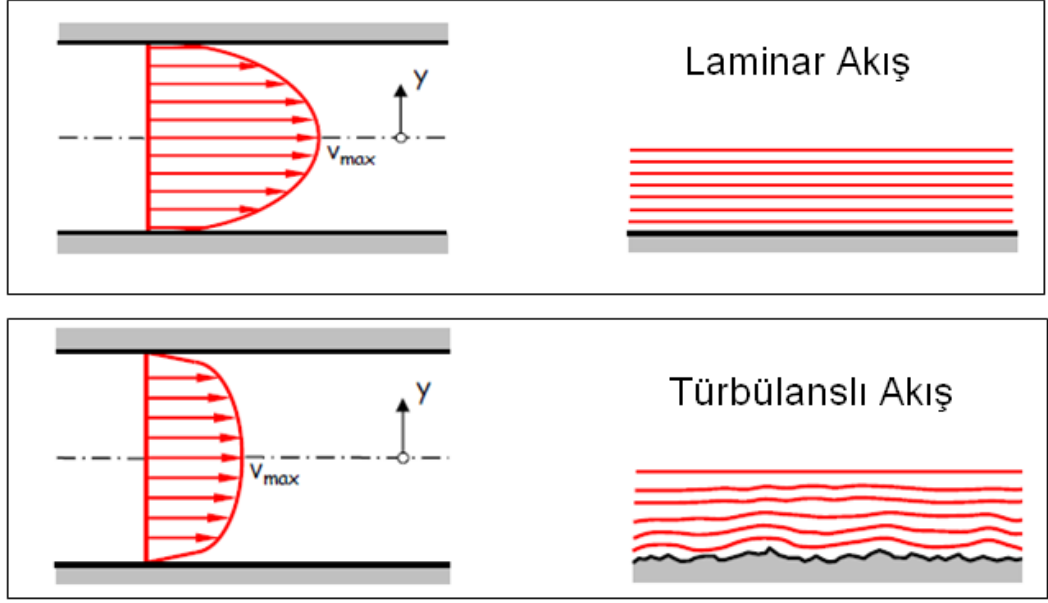
Burada;

Re: Reynolds sayısı

v: akışkanın boru içindeki ortalama hızı, m/sn.

D: borunun iç çapı, m

γ : akışkanın kinematik viskozitesi, m²/sn.



Şekil 4.3. Laminer ve Türbülanslı Akış (BIL, 2005)

4.2. Basınç Kayıpları Nereleden Gelir?

- h_{geo} = Pompalanan yer daha yüksekse coğrafi kayıp; pompa her halükarda bu yüksekliği yenmelidir
- h_v = Boru sürtünme kaybı; borunun malzemesine (çelik-pvc), iç çapına, pürüzlülüğüne, petrolün düzgün veya türbülanslı akışına, hızına, akışkanın viskozitesine bağlı olarak değişir. Boru hatlarında hidroliğin temeli bu parametrede yatar.
- h_s = Lokal kayıplar; güzergâhta borunun keskin dönüşler yapması, hat üzerinde boru çapında olmayan vanalar vb.

Bu durumda Pompanın yenmesi gereken kayıp:

$$H = h_{geo} + h_v + h_s \quad (4.5.)$$

Olarak tanımlanır (Uşak, 2011).

Sürtünme kayıpları: Petrolün özelliklerine (özellikle viskozite, graviteye), akışkan durumuna (düzgün-türbülanslı), debi, hız, borunun özelliklerine (çap, malzeme olarak çelik, plastik, pürüzlülük katsayısı vs.) gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik

gösterir. Boru ve petrol aynı olsa dahi çalışma şartlarına göre, yani akış debisine göre sürtünme kayıpları farklıdır. Yani her debide sürtünme kayıpları aynı değildir. Sürtünme kaybı hesabı için yukarıda belirtilen parametrelere bağlı formüller vardır.

Toplam kayıplar için formülümüz:

$$h = h_{\text{geo}} + h_v + h_s \quad (4.6.)$$

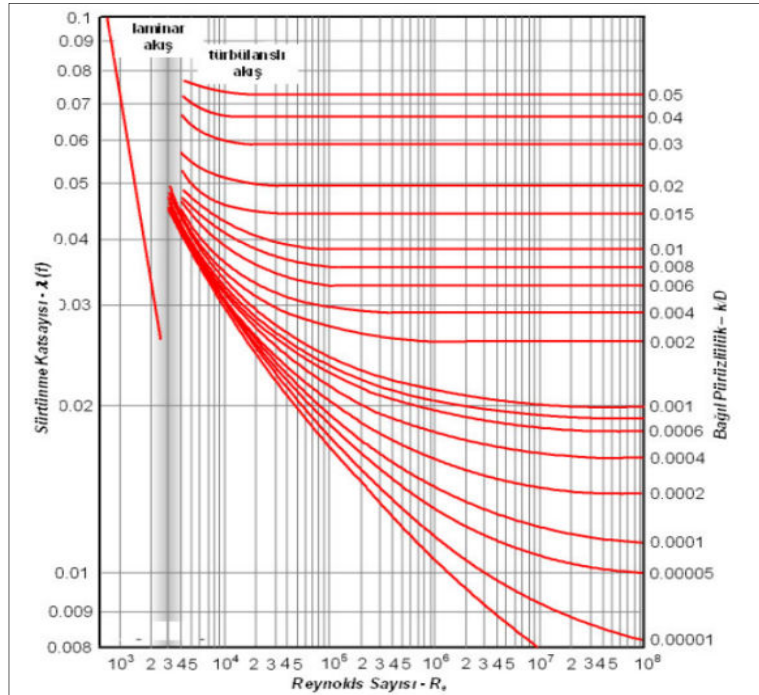
$$h = h_{\text{geo}} + \sum \lambda x(l/d) x(v^2/2g) + \sum h_s \quad (4.7.)$$

$$h = h_{\text{geo}} + \sum (\lambda * l * v^2)/(d * 2 * g) + \sum h_s \quad (4.8.)$$

Şeklinde borudaki toplam kayıp hesabı yapılır Burada (λ) lamda 'ya boru sürtünme katsayısı denir. Boru ve akışkanla ilgilidir. Grafik yardımıyla hesaplanır (Uşak, 2011).

4.2.1. Lamdanın (λ) Bulunması:

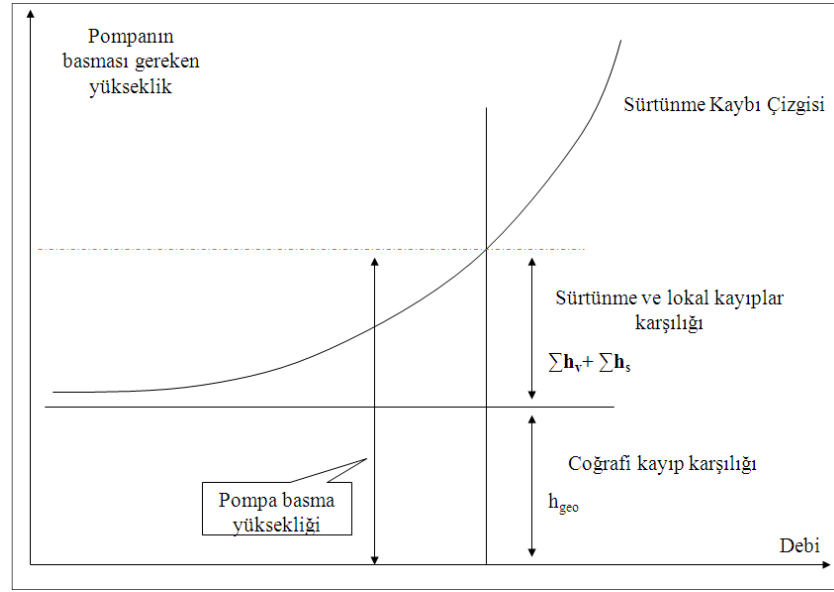
Lamdayı hesaplamak önce daha önce formülü verilen Reynolds sayısı bulunur ve aşağıda verilen moody diyagramında kırmızıçizgi ile kesiştirilerek lamda bulunur.



Şekil 4.4. Moody Diyagramı (İzoboru, 2012)

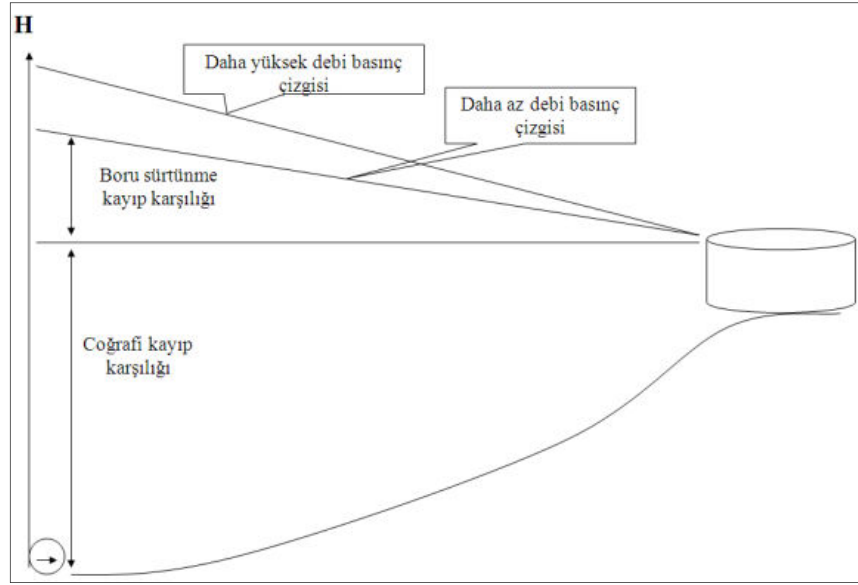
4.2.2. Borunun Akışkana Karşı Direnci

Boru hattındaki akışkanın direnci Debi ile direkt olarak ilgilidir ve seçilecek pompa tipi ve gücünü en çok etkileyen değerdir. En temel olarak debi arttıkça sürtünme kaybı artar denilebilir. Aşağıda verilen şekilde debi ile pompanın basması istenilen yükseklik arasındaki ilişki incelenmiştir. Debi arttıkça coğrafi kayıp sabit kalır ancak sürtünme kayıpları arttığı için istenilen çalışma şartlarını sağlayabilmek için daha yüksek basınçlı pompa seçilmeli veya pompa basıncı artmalıdır.



Şekil 4.5. Borunun Akışkana Karşı Direnci (Uşak, 2011)

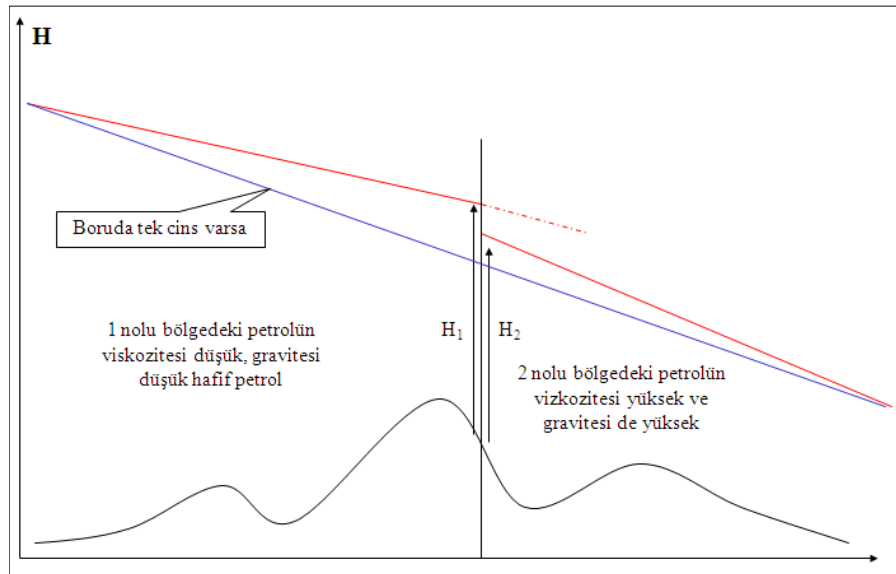
Aşağıdaki şekilde de pompanın debi değiştikçe ne kadar daha akışkanı ne kadar yükseğe çıkarması gerektiği görülüyor şekilde görüldüğü gibi coğrafi kayıp karşılığı sabit olmasına karşın debi arttıkça pompanın akışkanı daha yükseğe çıkarması gerekmektedir.



Şekil 4.6. Pompanın Debinin değişmesiyle çalışması (Uşak, 2011)

4.2.3. Farklı Türde İki Petrolün Borudaki İlerleyişi

Boruda çap değişmiyor, akış debisi de değişmiyor ancak farklı petrol varsa basınç eğrileri farklı olur. Bunun sebebi her farklı özellikteki akışkanın viskozitesinin farklı olmasıdır.

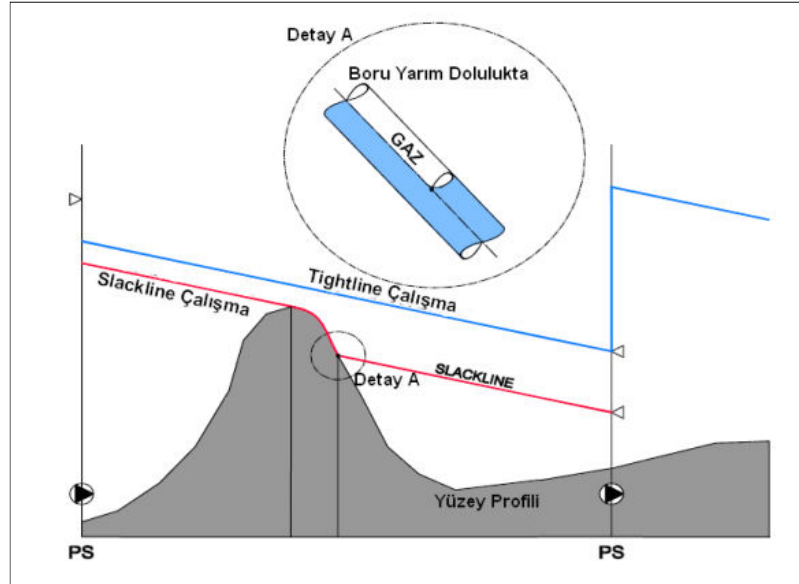


Şekil 4.7. Boruda iki farklı akışkan varsa basınç çizgisinin değişimi (Uşak, 2011)

4.2.4. Tightline ve Slackline Çalışma:

Tightline çalışma, akışkanın borunun içerisinde hiç boşluk bırakmayacak şekilde ilerlemesidir. Bu aslında istenilen çalışma durumudur. Bu durumda verimlilik yüksektir ve boru hattı içerisinde hiç boşluk olmayacağından daha güvenli bir çalışma ortamı oluşacaktır.

Slackline çalışma şartı ise borunun tamamının akışkan ile dolu olmaması durumunda gerçekleşir. Yani boruda hava boşlukları vardır. Bu çalışma türü Boru hattı tasarımında önemli hususlardan biridir. Slackline çalışmada boru içerisinde petrol; gaz ve sıvı fazlarında bulunur. Bu bölgede vuruntu olur. İç korozyon olur. İstenmeyen bir işletme ortamıdır (Beggs, 1973).

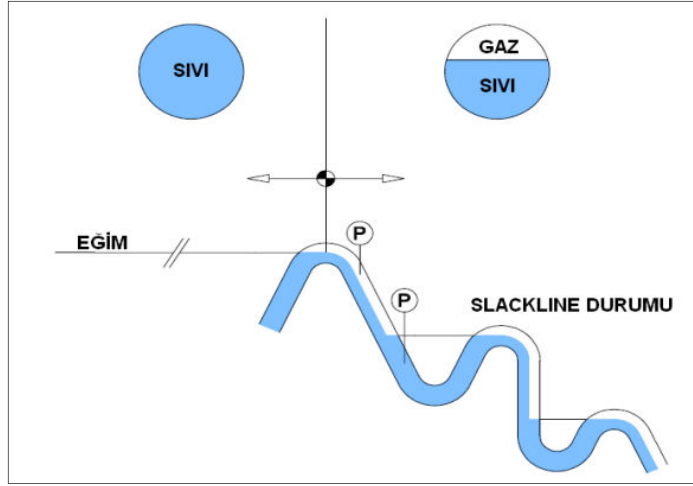


Şekil 4.8. Tightline ve Slackline Çalışma Şartlarında Basınç Eğrisi (BIL, 2005)

Slackline çalışma durumunda oluşacak güçlükler:

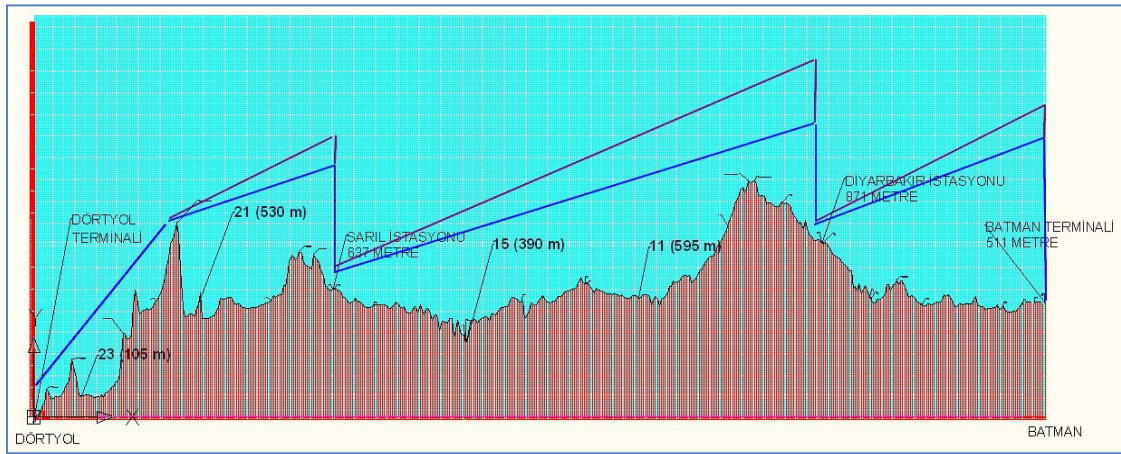
- Akış anında gaz-sıvı birleşim anında boruda vuruntu olur ve ses gelir.
- Gaz fazlı yerlerde petrolün içindeki gazlar özellikle H_2S boruyu içerden korozyona uğratar.
- Leak dedection yakalama programını yapamaz, program çalışmaz.
- Hidrolik kayıp, sürtünme hesaplarını karıştırır.

- Bazen boru tepe noktasında fazla gaz ve hava toplanmasından boruda air-block hadisesi yaşanır.



Şekil 4.9. Boru İçerisinde Slackline Çalışma Durumu (BİL, 2005)

4.3. Hidrolik Profili Üzerinde Hesaplamalar



Şekil 4.10. Boru Hattı Boyunca Basınç Eğrileri

Boru hattı boyunca istasyonların konumlarına bakıldığında kuruldukları yerde bulunma amaçları çok daha net bir biçimde görülmektedir. Batman istasyonundaki pompaların çalışma amaçları Petrolü Diyarbakır Pirinçlik istasyonuna kadar basınçlandırmak iken, Diyarbakır istasyonunun amacı ise petrolü öncelikle Karacadağ'ı aşrtmak ve sürtünme kuvvetini yenerek 250 km boyunca Sarıl istasyonuna

ulaştırmaktır. Sarıl istasyonunun amacı ise petrolü Nur Dağından aşırmaktır, şekilde de görüldüğü gibi Nur Dağından sonraki kısımda petrol yerçekimi etkisiyle herhangi bir basınçlandırma olmasa bile Dört Yol'a ulaşacaktır.

Bu bölümde bazı teknik hesaplamalar yaparak hat boyunca istasyonlar arasındaki basınç kayıplarını ve hangi debi için petrolü ne kadar basınçlandırmak gerektiğini incelenerek istasyonların konumları ile ilgili ve hattın kritik noktaları ile ilgili yorumlar yapılacaktır.

4.3.1. Petrolün Hızı

Bir diğer önemli husus da petrolün hızıdır. Aşağıdaki basit formül ile hesaplanabilir.

$$V=Q/A \quad (4.9.)$$

Burada;

V: Hız

Q:Debi

A:Kesit Alanı'dır

Bir örnek verirsek eğer, akış debisini 3000 varil /saat alalım (bu normal çalışma şartıdır) bu durumda Batman'dan hatta giren bir petrol ne zaman Dört Yol'a ulaşacağını şu şekilde hesaplarız:

$$A=\pi \times r^2 \quad (4.10.)$$

$$=3,14159 \times (44,292 \text{ cm})^2 = 0,154 \text{ m}^2$$

$$Q=(3000 \text{ varil/saat})/(6,289 \text{ m}^3/\text{varil})=477,02 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$V=(477,02 \text{ m}^3/\text{saat})/(0,154 \text{ m}^2)=3095,99 \text{ m/saat}$$

Yukarıda bulunan hıza göre 511.119 metre olan Batmandan Dört Yol'a olan mesafeyi petrolün kat etmesi için geçen süre:

$$T=d/V \quad (4.11.)$$

$$=(511.119 \text{ metre})/(3095,99 \text{ metre/saat})$$

$$=165 \text{ saat} \cong 6,9 \text{ gün}$$

Olarak bulunur.

Öncelikle debiye göre hız analizi yapacak olursak:

Çizelge 4.1. Her Bir Debi (Varil/Saat) İçin Boru Hattının İçinde Petrolün Akış Hızı

18" lik Boru için Petrol Hızı					
Debi varil/saat	Debi m3/saat	Debi m3/sn	Boru Kesit Alanı m2	Hız m/saat	Hız m/sn
2000	318,016	0,088	0,154	2063,994	0,573
2200	349,817	0,097	0,154	2270,393	0,631
2400	381,619	0,106	0,154	2476,792	0,688
2600	413,420	0,115	0,154	2683,192	0,745
2800	445,222	0,124	0,154	2889,591	0,803
3000	477,023	0,133	0,154	3095,990	0,860

4.3.2. Basınç Kayıpları

4.3.2.1. Sürtünmeden Kaynaklı Kayıplar

Boru hattı boyunca sürtünmeden kaynaklı basınç kayıplarını hesaplamak için öncelikle sürtünme faktörünü bulmamız gerekir. Bunun için:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (4.12.)$$

Formülü kullanılır. Burada;

f = boyutsuz sürtünme faktörü

Re= Reynolds sayısıdır ve

$$Re = \frac{V.ID}{\nu} \quad (4.13.)$$

Formülü ile hesaplanır. Burada;

V = ortalama anma akış hızı (m/s)

ν = kinematik viskozite

ID= boru iç çapı dır.

İç çapı hesaplamak için kullanılacak formül:

$$ID = OD - 2w_t \text{ (mm)} \quad (4.14.)$$

OD=anma çapı

w_t = et kalınlığıdır.

Reynolds sayısını bulmak için öncelikle kinematik viskoziteyi bilmemiz gerekir. Batman - Dört yol boru hattında pompaj yapılan petrolerin viskozitesi 200 – 280 cSt (Sentistoks) arasında değişmektedir. Genel olarak API Gravite yükseldikçe viskozite düşer ve API Gravite düştükçe viskozite yükselir ancak yine de viskozite graviteye bağlı bir değer olmayıp deneysel olarak bulunur. Her gravitede düşük ve yüksek viskoziteler bulunabilir. Türkiye petroleri için deneysel bulunan değerlere bakarsak Batman’da üretilen ham petrol için ortalama 260-280 cSt, Diyarbakır’da üretilen petroler için ortalama 200-225 cSt, Sarıl ‘da üretilen petroler için ise yaklaşık 225-250 cSt arasında bulunmaktadır (Dalgıç, 2001).

Basınç Kaybı ise Darcy eşitliğinden:

$$H_L = \frac{f \times V^2 \times L}{2g \times ID} \text{ m/m} \quad (4.15.)$$

Hesaplanır. Burada;

g : yerçekimi ivmesi

L =Boru uzunluğu ’dur

Bu bulduğumuz viskozite değerlerine göre 18” lik boru için Reynolds sayısına, buna bağlı olarak da sürtünme katsayısına ve basınç kaybına bakalım. Sadece sürtünmeye bağlı olarak oluşacak basınç kayıpları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Aşağıda tüm Reynolds sayılarına bakıldığında akışın Laminer olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Farklı Debi Değerleri (Varil/Saat) İçin Sürtünmeden Kaynaklı Basınç Kayıpları (m Su Sütunu)

Debi 2000 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1192,88	0,0537	187,34	453,74	134,35
240,0	994,07	0,0644	224,81	544,49	161,22
260,0	917,60	0,0697	243,54	589,87	174,66

Debi 2600 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1550,75	0,0413	243,54	589,87	174,66
240,0	1292,29	0,0495	292,25	707,84	209,59
260,0	1192,88	0,0537	316,60	766,83	227,05

Debi 2200 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1312,17	0,0488	206,07	499,12	147,79
240,0	1093,47	0,0585	247,29	598,94	177,34
260,0	1009,36	0,0634	267,90	648,85	192,12

Debi 2800 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1670,03	0,0383	262,28	635,24	188,09
240,0	1391,70	0,0460	314,73	762,29	225,71
260,0	1284,64	0,0498	340,96	825,81	244,52

Debi 2400 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1431,46	0,0447	224,81	544,49	161,22
240,0	1192,88	0,0537	269,77	653,39	193,47
260,0	1101,12	0,0581	292,25	707,84	209,59

Debi 3000 varil/saat için					
cSt	Reynolds	f	HL (m) (Batman-Diyarbakır arası 104.580 m)	HL (m) (Diyarbakır-Sarıl Arası 253.296 m)	HL(m) (Sarıl-Dörttyol Arası 153.243 m)
200,0	1789,32	0,0358	281,01	680,62	201,53
240,0	1491,10	0,0429	337,21	816,74	241,83
260,0	1376,40	0,0465	365,31	884,80	261,99

4.3.2.2. Kot Farkından Dolayı Oluşan Basınç Kaybı

Şekil 4.10.'da hidrolik grafiğe bakıldığında Batman'ın kotu 511metre, Diyarbakır'ın kotu 871 metre, Sarıl'ın kotu 637 metredir. Sarıl'dan sonra aşılması gereken kot olan Nurdağı ise 968 metredir. Buna göre Batmandan Diyarbakır'a 360 metre, Sarıl'dan Nur Dağına ise 331 metre kayıp oluşmaktadır. Diyarbakır'dan Sarıl'a ise 234 metrelik bir basınç kazanımı oluşmaktadır.

4.4. Kuzey Irak Petrolü İçin Kapasite Hesaplanması

Kuzey Irak petrolünün Batman Dörttyol Boru hattı ile Türkiye'ye taşınması için ilk etaplarda düşünülen kara tankerleri ile Batman'a kadar petrolün getirilmesi oradan boru hattı ile Dörttyol terminaline ve oradan da deniz yolu ile rafinerilere sevk yapılması planlanmaktadır. Daha önce körfez savaşından önce bu sistem bir süre devam etmiş

ancak savaş dolayısıyla iptal edilmişti. Şu anda tekrardan gündeme gelen konu ile ilgili ilk etapta Batman Dört Yol Boru hattı ile taşınması ancak daha sonra yeni boru hattı ile kapasitenin arttırılması planları yapılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde Kuzey Irak petrolü taşınması durumunda kapasitenin ne olacağı üzerinde durulacaktır.

Yukarıdaki basınç kayıplarını göz önüne alarak her bir istasyondan pompaj yapılması durumunda ne kadar basınç gerektiğine bakalım.

Örnek olarak, Batman'dan 2600 varil / saat debi Kuzey Irak petrol pompaj yapıldığında (cSt:200);

Batman'dan Diyarbakır'a kot farkı 360 metre dir. Yani yaklaşık 360 metrelik su sütunu;

Diyarbakır'dan pompaların emiş yapabilmesi için en az 5 bar basınç gerekiyor, yani yaklaşık 50 m su sütunu daha basınç yüksek olması gerekir.

1 bar su basıncı 10,1972 metre su sütunudur.

1 bar basınçlı yaklaşık 0,8600 spesifik graviteli petrol basıncı $10,1972/0,8600=11,857$ metre su sütunu yapar.

Öyleyse gereken basıncı bulmak için:

$$\text{Pompa Basıncı} = \text{Basınç Kaybı} / \text{Su sütunu Sütunu} \quad (4.16.)$$

Formülünü kullanırsak 2600 varil / saat için:

Sürtünme kaybı Tablo-2'den yaklaşık 219 metre su sütunu;

Pompa Basıncı = $(219 + 360 + 50) / 11,857 = 53,04$ bar basınç gerekir.

Yukarıdaki örnek üzerinden giderek Kuzey Irak petrolü için işletme durumunda her bir debi için basınç değerlerin Tablo-3'de hesaplanmıştır. Bu tabloda Batman sütunu ile kast edilen Batmandan Diyarbakır'a kadar olan kısımda gereken pompaj basıncını; Diyarbakır sütununda ise Diyarbakır'dan Sarıl istasyonuna kadar olan kısımda gereken basınç miktarını; Sarıl sütununda ise Sarıl istasyonundan Nur dağına kadar gereken basınç miktarıdır. Sarıl tarafından Dört Yol'a pompaj yapılırken şekil 10'da görüldüğü gibi Nur dağından sonraki kısımda kot farkı sürtünmeden kaynaklı basıncı yeneceği için Nur dağının en üst yerine kadar olan kısım hesap edilmiştir.

Çizelge 4.3. Kuzey Irak Petrolü İçin Farklı Debilerde (Varil/Saat) Gereken Pompa Basınçları (Bar)

KUZEY IRAK PETROLÜ İÇİN GEREKEN BASINÇLAR cSt=200			
DEBİ varil/saat	BATMAN Bar	DİYARBAKIR Bar	SARIL Bar
3000	58,28	41,83	45,04
3200	59,80	45,63	46,13
3400	61,40	49,51	47,31
3600	63,00	53,30	48,41
3800	64,52	57,18	49,59

Tabloyu incelediğimizde mevcut işletme şartlarında Irak petrolünün 3.800 varil/saat debi ile pompaj yapılabileceği gözükmemektedir. Mevcut koşullarda sadece Irak petrolü taşındığı halde 33.288.000 varil yıllık taşıma kapasitesi görülecektir.

Ancak boru hattının kapasitesini hesaplarken Batman pompaj aynı anda hem Diyarbakır hem de Sarıl istasyonlarından enjekte olarak pompaj yapabilmekte olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple boru hattının taşıma kapasitesi Batman tek başına giriş yaptığında 33.288.000 varil yıllık kapasiteye ulaşılabilmesine rağmen, enjekteli pompaj göz önünde bulundurulduğunda 4000 varil/saat taşıma kapasitesine ulaşabilmek mümkün olacaktır.

4.5. Farklı Çalışma Şartlarında Tutulan Basınç Kayıtları:

Boru hattı çalışırken en önemli parametre boru hattı içerisindeki basınçtır. Başka bir deyişle bir boru hattı sisteminin tüm çalışma prensibi basınç üzerine kurulmuştur. Çalışma şartlarında yapılan operasyonların, yanlış yapılan operasyonların hat içerisindeki etkileri çok önemli ve tehlikelidir. İstasyonlar çalışırken eğer koordinasyon iyi sağlanmazsa basınç değeri boru içerisindeki basınç değeri ya çok yükselecek ve patlamaya kadara varabilecek tehlikeler oluşacak yâda çok düşerek pompaların çigneme yapmasına sebep olarak pompa arızalarını sonuç verecektir. Bu bakımdan basınç

durumlarını çok iyi gözlemek ve nerelerin kritik noktalar olduğunu bilmek ve işletme operasyonlarını bu kritik noktaları göz önüne alarak gerçekleştirmek gerekir.

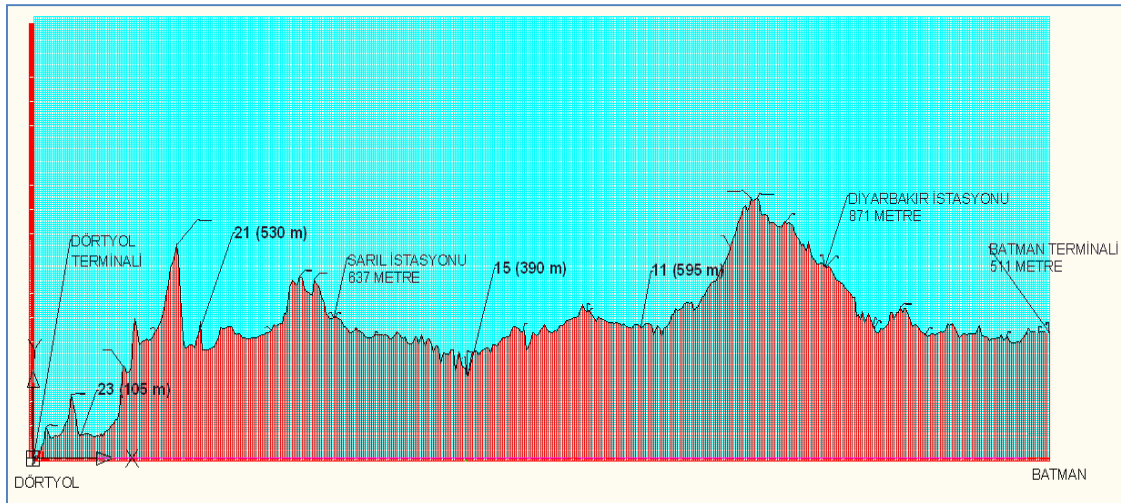
Bu bölümde Batman - Dört Yol Boru hattı üzerinde kritik olan bazı noktalar seçilmiş ve o noktalardaki basınç durumları farklı çalışma şartlarında nasıl bir seyir izlediği gözlemlenmiştir. Gözlenen noktalar aşağıdaki hidrolik grafiği üzerinde de görüleceği gibi basınçların operasyon açısından en kritik görünen noktalarıdır.

Seçilen noktalara bakıldığında 11 nolu vananın seçilme sebebinin Karacadağ'ı aşarak hızlanan petrolün basıncının aşırı yükselme yapıp yapmadığını anlamaktır. Petrol yaklaşık 1200 metre yükseklikten aşağıya doğru hızlanarak akmaya devam etmiş ve basıncının çok artmış olması muhtemeldir.

15 nolu vana ise boru hattının Diyarbakır Sarıl arasındaki en dip noktası olması dolayısı ile seçilmiştir. Ayrıca burası Atatürk Barajına boru hattının en yakın noktası olması dolayısıyla yine çok önemlidir.

21 nolu vananın yerine bakıldığında ise çok ani bir çıkış olan Nur Dağı öncesi petrolün basıncını öğrenmek içindir. Nur dağı çok ani bir yükseliş sergilediği için geriye doğru bir basınç ve Sarıl istasyonundan da ileriye doğru bir basınç olması hasebiyle 21 nolu vana çok kritik bir nokta olmaktadır.

Aynı şekilde Nur Dağından sonraki basıncı öğrenebilmek için 23 nolu vanada da basınç kayıtları tutulmuştur. Çizelge 4.4 de tutulan basınç kayıtları görülmektedir.



Şekil 4.11. Boru Hattı Hidrolik Grafiği

Çizelge 4.4. Batman Dört Yol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri

BATMAN DÖRTYOL BORU HATINDA YAPILAN BASINÇ DENEMELERİ												
		BATMAN			DİYARBAKIR			VANALAR		SARIL		
G Ü N	SAAT	POMPA ADEDİ	POMPA- LANAN VARİL	ÇIKIŞ BASINCI BAR	POMPA ADEDİ	POMPA- LANAN VARİL	ÇIKIŞ BASINCI BAR	11 NO'LU BAR	15 NO'LU BAR	POMPA ADEDİ	GİRİŞ BASINCI BAR	ÇIKIŞ BASINCI BAR
1. G Ü N	19:00	ÇİFT	2342	58,62	TEK	0	37,24	42,76	43,45	TEK	22,76	39,31
	20:00	ÇİFT	2342	55,17	ÇİFT	0	40,69	42,41	42,76	TEK	22,76	39,31
	21:00	ÇİFT	2702	55,17	ÇİFT	0	43,45	42,07	42,76	TEK	22,76	41,38
	22:00	ÇİFT	2882	55,17	ÇİFT	0	44,14	46,21	44,83	TEK	22,76	41,38
	23:00	ÇİFT	2793	55,17	ÇİFT	0	45,52	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
	00:00	ÇİFT	2702	55,17	ÇİFT	0	45,52	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
2. G Ü N	01:00	ÇİFT	2701	55,17	ÇİFT	0	45,52	46,21	44,14	TEK	22,76	41,38
	02:00	ÇİFT	2702	55,17	ÇİFT	0	47,59	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
	03:00	ÇİFT	2793	55,17	ÇİFT	0	47,59	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
	04:00	ÇİFT	2792	55,17	ÇİFT	0	47,59	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
	05:00	ÇİFT	2883	55,17	ÇİFT	0	47,59	46,90	44,83	TEK	22,76	41,38
	06:00	ÇİFT	2883	55,17	ÇİFT	0	47,59	48,28	44,83	TEK	22,76	41,38
	07:00	ÇİFT	2883	55,17	ÇİFT	0	48,97	48,28	45,52	TEK	22,76	41,38
	08:00	ÇİFT	2883	55,17	ÇİFT	0	48,97	48,97	45,52	TEK	22,76	41,38
	09:00	ÇİFT	2883	55,17	ÇİFT	0	48,97	49,66	46,21	TEK	22,76	41,38
	10:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	48,97	50,34	46,90	TEK	22,76	41,38
	11:00	ÇİFT	2882	55,17	ÇİFT	0	48,97	51,03	46,21	TEK	22,76	42,76
	12:00	ÇİFT	2791	55,17	ÇİFT	0	48,97	51,72	46,90	TEK	22,76	42,76
	13:00	ÇİFT	2792	55,17	ÇİFT	0	51,03	53,10	46,90	TEK	22,76	42,76
	14:00	ÇİFT	2791	55,17	ÇİFT	0	51,03	53,45	46,90	TEK	22,76	42,76
	15:00	ÇİFT	2792	55,17	ÇİFT	0	51,03	53,79	46,90	TEK	22,76	42,76
	16:00	ÇİFT	2971	55,17	ÇİFT	0	51,03	53,79	46,90	TEK	22,76	42,76
	17:00	ÇİFT	2972	55,17	ÇİFT	0	51,03	54,48	46,55	TEK	22,76	42,76
	18:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	51,03	54,14	46,55	TEK	22,76	42,76
	19:00	STOP	0		TEK	1506	35,17	54,14	46,55	TEK	22,76	42,76
	20:00	STOP	0		TEK	1506	35,17	49,66	49,66	STOP		34,48
	21:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,66	50,34	STOP		34,48
	22:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,66	49,66	STOP		34,48
	23:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,66	STOP		34,48
	00:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,66	STOP		34,48
3. G Ü N	01:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,66	STOP		34,48
	02:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,66	STOP		34,48
	03:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,66	STOP		34,48
	04:00	STOP	0		TEK	1506	35,86	49,31	49,31	STOP		37,24
	05:00	ÇİFT	1999	57,93	TEK	0	37,24	44,83	46,90	STOP		37,24

Çizelge 4.5. Batman Dört Yol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri (Devamı)

	06:00	ÇİFT	2701	55,17	ÇİFT	0	48,28	56,55	51,72	TEK	22,76	44,14
	07:00	ÇİFT	2702	55,17	ÇİFT	0	45,52	54,48	42,76	ÇİFT	13,79	43,45
	08:00	ÇİFT	3241	55,17	ÇİFT	0	45,52	49,66	37,93	ÇİFT	13,79	43,45
	09:00	ÇİFT	3062	55,17	ÇİFT	0	43,45	49,66	37,93	ÇİFT	13,79	43,45
	10:00	ÇİFT	2971	55,17	ÇİFT	0	43,45	50,69	37,93	ÇİFT	13,79	43,45
	11:00	ÇİFT	2971	55,17	ÇİFT	0	43,45	50,69	37,24	ÇİFT	13,79	43,45
	12:00	ÇİFT	2972	55,17	ÇİFT	0	43,45	51,03	37,24	ÇİFT	13,79	43,45
	13:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	42,07	51,03	37,24	ÇİFT	13,79	43,45
	14:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	50,69	36,55	ÇİFT	11,72	43,45
	15:00	ÇİFT	2882	55,17	ÇİFT	0	41,38	49,66	36,55	ÇİFT	11,03	42,76
	16:00	ÇİFT	2882	55,17	ÇİFT	0	41,38	49,31	36,21	ÇİFT	11,03	42,76
	17:00	ÇİFT	2971	55,17	ÇİFT	0	41,38	49,31	35,86	ÇİFT	11,03	42,76
	18:00	ÇİFT	2971	55,17	ÇİFT	0	41,38	49,66	36,55	ÇİFT	11,03	42,76
	19:00	ÇİFT	2972	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,97	36,55	ÇİFT	11,03	42,76
	20:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	36,55	ÇİFT	11,03	42,76
	21:00	ÇİFT	2882	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	36,55	ÇİFT	11,03	42,76
	22:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	36,90	ÇİFT	11,03	42,76
	23:00	ÇİFT	2880	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	37,24	ÇİFT	11,03	42,76
	00:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	37,24	ÇİFT	10,34	42,07
4. G Ü N	01:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	37,24	ÇİFT	10,34	42,07
	02:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	37,93	ÇİFT	10,34	42,07
	03:00	ÇİFT	2881	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	37,93	ÇİFT	10,34	42,07
	04:00	ÇİFT	2880	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	38,28	ÇİFT	10,34	42,07
	05:00	ÇİFT	2880	55,17	ÇİFT	0	41,38	48,28	38,62	ÇİFT	10,34	42,07
	06:00	STOP	0					47,59	48,97	ÇİFT		
	07:00	STOP	0		ÇİFT	4750	41,38	53,10	45,52	ÇİFT	8,97	42,76
	08:00	STOP	0		ÇİFT	2886	41,38	49,66	41,38	ÇİFT	8,97	44,14
	09:00	STOP	0		ÇİFT	2433	41,38	50,34	41,38	ÇİFT	8,97	44,14
	10:00	STOP	0		ÇİFT	2830	41,38	49,66	40,69	ÇİFT	8,97	44,14
	11:00	STOP	0		ÇİFT	3565	41,38	49,66	41,03	ÇİFT	8,97	43,45
	12:00	STOP	0		ÇİFT	2883	41,38	49,66	41,38	ÇİFT	8,97	43,45
	13:00	STOP	0		ÇİFT	2849	41,38	50,34	42,07	ÇİFT	8,97	43,45
	14:00	STOP	0		ÇİFT	2943	41,38	50,34	42,76	ÇİFT	8,97	43,45
	15:00	STOP	0		ÇİFT	2942	41,38	50,34	42,76	ÇİFT	8,97	44,83
	16:00	STOP	0		ÇİFT	2999	41,38	49,66	42,76	ÇİFT	8,97	44,83
	17:00	STOP	0		ÇİFT	2999	41,38	49,66	42,76	ÇİFT	8,97	44,83
	18:00	STOP	0		ÇİFT	2999	41,38	49,31	42,76	ÇİFT	8,97	44,83
	19:00	STOP	0		ÇİFT	2999	41,38	48,28	42,07	ÇİFT	8,97	46,21
	20:00	STOP	0		ÇİFT	2999	41,38	47,59	41,38	ÇİFT	8,97	46,21

Çizelge 4.6. Batman Dörtüol Boru Hattında Yapılan Basınç Denemeleri (Devamı)

	21:00	STOP	0		ÇİFT	2885	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	22:00	STOP	0		ÇİFT	2942	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	23:00	STOP	0		ÇİFT	3704	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	00:00	STOP	0		ÇİFT	tank değişimi	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
5. G Ü N	01:00	STOP	0		ÇİFT	5305	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	02:00	STOP	0		ÇİFT	3166	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	03:00	STOP	0		ÇİFT	3003	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	8,97	46,21
	04:00	STOP	0		ÇİFT	2939	41,38	46,90	41,38	ÇİFT	9,66	47,59
	05:00	STOP	0		ÇİFT	4735	41,38	46,90	42,76	ÇİFT	9,66	47,59
	06:00	STOP	0		STOP		41,38	46,90	42,76	ÇİFT	9,66	47,59
	07:00	STOP	0		STOP		41,38		53,10	STOP		
	08:00	STOP	0		STOP				51,72			

Çizelge 4.4 de görüleceği gibi boru hattı üzerindeki çeşitli vanalardan değişik çalışma durumlarına göre basınç tespiti yapılmıştır. Alınan basınçların grafikleri çıkartılarak hattın kritik noktalarının zorlanma anları ve nedenleri tespit edilmiş, ayrıca hattın değişik kapasite çalışma durumunda kritik noktalar üzerindeki basınçlar ayrıntılı olarak gözlemlenmiştir.

Boru hattı üzerinde önce 11,15 ve 21,23 nolu vanalardan basınç değerleri alındığında, 21 ve 23 nolu vanalar da değişik çalışma durumlarında önemli bir basınç farkı gözlemlenmemiştir. 21 nolu vanada statik basınç 40 bar iken tam kapasitede en fazla 41,3 bar a ancak çıkmış, 23 nolu vanada ise 16,5 bar olan statik basınç tam kapasitede de 16,5 bardan çok oynamamış ve değişik durumlarda aynı değerler gözlemlenmiştir.

11 ve 15 nolu vanalarda ise hattın çalışma durumuna göre birbirinden farklı basınç değerleri tespit edilmiştir. Normal çalışma düzeyinde bu farklılıkların fazla olmamasına rağmen Sarıl pompa istasyonunun devreye giriş ve çıkış zamanlarında hata yapılması anormal basınç yükselmelerine neden olmuş, adeta hatta koç darbesi yaptığı görülmüştür. Mesela 3. Gün saat 06:00 da Batman ve Diyarbakır çift pompa çalışırken Sarıl pompaları devreye girmekte gecikmiş, bu nedenle 11 nolu vanada kısa sürede basıncın 44,1 bardan 65 Bar'a çıktığı görülmüştür. 4. Gün saat 06:00 da yine Sarıl istasyonunun devreye girmede gecikmesinden dolayı yine 11 nolu vanada 5 dakika içerisinde basınç 46,8 bardan 58 Bar'a yükselmiştir. Bu durumlarda 15 nolu vanada da

aynı anda yükselmeler olmuş fakat 11 nolu vanadaki kadar olmamıştır. Birinci gecikmede 15 nolu vana 48,2 bar basınçtayken 58 Bar'a ikinci gecikmede ise 49,6 bardan 55,1 Bar'a yükselmiştir.

Bir ikinci husus da Batman ve Diyarbakır'dan pompajın kesilmesi sırasında Sarıl istasyonunun da diğer istasyonlarla beraber durması, 15 nolu vananın bulunduğu kısımda ani basınç yükselmesi meydana getirmiştir. 1. Gün olan duruşta basınç değerinin 40 bardan 51 Bar'a 5. Gündeki duruşta ise 40 Bar'dan 53,8 Bar'a kadar yükseldiği gözlemlenmiştir.

Boru hattında basınçların aniden yükselmesi darbe etkisi yapacağından tehlikesi çok yüksektir. Bu nedenle Diyarbakır istasyonu çift pompa ile devreye girdiğinde Sarıl İstasyonunda basınçların yükselmesi beklenmeden devreye girilmeli, böylece hat dolup statik basınç üzerine Diyarbakır pompaj basıncının da eklenmesi önlenmelidir.

Hatta akış durdurulacağı zaman Diyarbakır istasyonu çift pompa ile çalışıyorsa Diyarbakır İstasyonunu devreden çıkarılmalı en az yarım saat sonra da Sarıl istasyonu devreden çıkarılmalıdır.

4.6. Teknolojik Yenilikler

4.6.1. Akıllı Pik Uygulaması

Boru hatları özellikle uzun mesafeler arası petrol ve doğal gaz taşımacılığı için en uygun yöntem olmasına rağmen günümüzde Türkiye'de Kurulu olan petrol boru hatlarının en yenisi yaklaşık 40 yaşındadır. Bu nedenle ekonomik ömrünün sonunda olmasına rağmen halen işletmede olan bu boru hatlarının durumunu bilmek çok önemlidir. Boru hattının korozyon, ovalite, et kalınlığı gibi mekanik özelliklerini görmek işletme açısından oldukça önemlidir. Bu özellikleri bilip haritaya dökmek, ve tamiratını gerçekleştirmek artık özellikle 47 yıllık Batman Dört Yol Boru hattı için olmazsa olmaz şart haline gelmiştir.

Bu muayene boru hattını açmadan en ekonomik şekilde akıllı pig yöntemiyle mümkündür. Akıllı PİG yöntemiyle; Boru hatlarının mekanik ve coğrafi özellikleri tespit edilebilir. Bu özellikler Akıllı PİG içinde veri olarak kaydedilir ve uygulama

sonunda bilgisayar ekranına aktarılabilir (Aktaş, 2012). Şekil 4.12. de örnek bir akıllı pig görülmektedir.



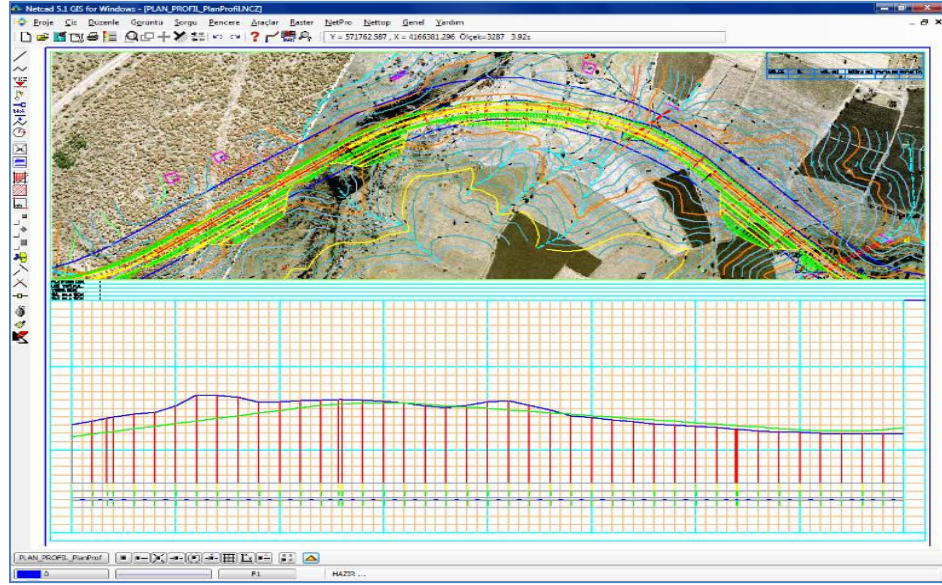
Şekil 4.12. Örnek Bir Akıllı Pik (Aktaş, 2012)

4.6.1.1. Akıllı Pigin Kullanılma Amaçları

4.6.1.1.1. Boru Hattının Coğrafi Özelliklerinin Belirlenmesi

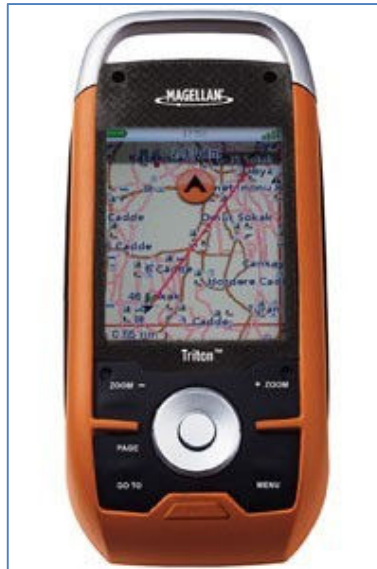
Akıllı pig sadece borunun iç yüzeyindeki mekanik özellikleri değil coğrafi özellikleri de tespit etmek için kullanılır. Boru hatlarının üç boyuttaki (*coğrafi yönlere göre*) geometrisi ortaya koyularak “x,y ve z” koordinatları derece, dakika ve saniye cinsinden belirlenebilir. Akıllı pig bize boru hattının tüm boru hattı boyunca ortaya çıkan tüm arıza noktası, vana noktası, testik noktası, reducer noktası gibi yerlere el GPS’i ile gidebilmemize olanak sağlar (Aktaş, 2012).

Ayrıca akıllı PİG içerisinde dâhili olarak bulunan GPS ile istediğimiz aralıkta koordinat tespiti yapmamız çok önemli bir özelliktir. Bu dâhili GPS’in bilinen el ile koordinat belirlemede kullanılan GPS’lerinden farkı boru hattı içerisinde ilerken ayarladığımız sıklıkta koordinat tespit edebilmesidir. Böylelikle boru hattı güzergahını öğrenebilmek için daha çok nokta veriye sahip olabiliriz. Bu da güzergahın daha net ve sağlıklı biçimde öğrenilmesine olanak sağlar.



Şekil 4.13. Akıllı Pik Rapor Programı Bilgisayar Görüntüsü (Aktaş, 2012)

Bilgisayar çıktısında bir başka veri de “z” (boru hattının noktasal kotu) koordinatıdır, bu veri de bize boru hattının her konumu için statik basıncını bulmamıza yardımcı olur. Akıllı Pik ‘in kaydettiği koordinatlar bilgisayara aktarılarak boru hattının güzergâhı ve “z” koordinatı yardımıyla hidrostatik diyagramı (hidrolik grafiği) oluşturulabilir (Aktaş, 2012).



Şekil 4.14. El GPS Ölçüm Cihazı (Anonim, 2013)

Koordinat tespiti genellikle uydu bağlantısı kullanılarak yada 3G bağlantısı desteği ile yapılmaktadır. El GPS cihazı ile koordinat tespiti direkt olarak yapılmamakta önce metal dedektör ile boru hattının yerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Boru hattının yerini tespit eden cihazın da hata oranı ve GPS cihazının da hata oranı birbirine eklenince hata oranının artacağı şüphesizdir. Akıllı Pig ise geçtiği güzergâh boyunca en ufak bir konum değişikliğini kaydeder ve boru hattının koordinat bilgileri hakkında çok daha sağlıklı, hızlı ve güvenli bir sonuç verir (Aktaş, 2012).

4.6.1.1.2. Boru Hattının Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

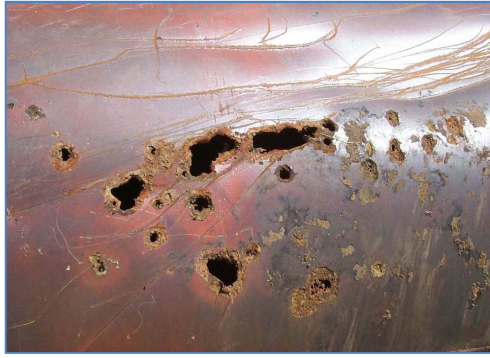
Akıllı PİG üzerine dairesel olarak yerleştirilmiş ultrasonik transmitterler boru hattında ilerlerken sürekli et kalınlığı ölçümü yapmaktadır ve karşılaştığı bölgesel kalınlık daralmalarında Dâhili GPS'e sinyal göndererek hataların koordinatlarını tespit etmektedir. Bu transmitterlerden belli seviyede sürekli olarak ses dalgası gönderilir ve boru iç cidarlarına çarpan ses dalgaları geri dönerek cihaz tarafından algılanır. Boru iç cidarında bir süreksizlikle karşılaşıldığında geri dönen sinyaller zayıflar ve o noktada hata olduğu anlaşılır. Sinyalin şiddetine göre hatanın derinliği ve sinyalin uzunluğuna göre de hatanın genişliği tespit edilir. Aynı anda hatanın algılandığı yerde Dâhili GPS'e de sinyal gönderilir ve hatanın tespit edildiği andaki koordinat bulunarak hafızaya veri olarak kaydedilir.

4.6.1.1.2.1. Çukurcuk Korozyonu (Pittings)

Akıllı Pig yardımı ile boru hatlarının yapısında ve geometrisinde dış etkiler nedeniyle meydana gelmiş olan boru çapı ve şeklindeki değişiklikler, et kalınlığındaki değişimler, çöküntü ve çentikler, pittings, enine ve boyuna çatlaklar, bükülme, buruşma ve ovaliteler gibi anormalliklerin yerinin kolay ve doğru biçimde belirlenmesi sağlanır (Aktaş, 2012). Özellikle korozyon basınçla çalışan bir boru hattı için en önemli arızadır. Şekil 4.15. ve 4.16. da korozyona uğramış bir borunun yüzeyi görülmektedir.



Şekil 4.15. Korozyona Uğramış Bir Boru Yüzeyi Görüntüsü (Aktaş, 2012)



Şekil 4.16. Korozyona Uğramış Bir Boru Yüzeyi Görüntüsü (Aktaş, 2012)

4.6.1.1.2.2. Yüzeysel Korozyon (Et Kalınlığı Daralmaları)

Yüzeysel korozyon, boru hattının basınç dayanımını azalttığı için oldukça tehlikelidir. Et kalınlığını azaltan başka faktörler de vardır fakat boru hattının et kalınlığını azaltan en büyük faktör yüzeysel korozyondur. Akıllı Pik 'in noktasal et kalınlığı ölçümleri sayesinde korozyona uğramış bölgeler tespit edilebilir (Aktaş, 2012).



Şekil 4.17. Yüzeysel Korozyonun Görünümü (Aktaş, 2012)

4.6.1.1.2.3. Boru Ovalitesi

Boru hattı yer toprak altından geçtiği için sürekli olarak yük vardır. Bu yükler ilk yapım aşamasında bile oluşmuş olabilir. Veyahut zamanla boru hattının üzerindeki yapılaşmalar, şehrin içerisinde geçen yerler, erozyon gibi doğal toprak hareketleri de boru hattının üzerindeki statik ve dinamik yükleri artırır. Bu yükler eğer eşik değerin altında ise borunun dairesel özelliğinden dolayı sadece gerilmelere sebebiyet verir. Ancak eğer belli değerin üstünde gerilmeler oluşursa, bu yükler borunun çapında bazı kesimlerde daralma oluşturacaktır. Bu kesinlikle istenmeyen bir kusurdur. Akıllı PİG ile boru hattında oluşan çap daralmalarının koordinatları, daralmanın ne kadar olduğu bilgisayar ortamında görülerek daralmanın olduğu bölgelerde teknik operasyonlar yapılabilecektir (Aktaş, 2012).



Şekil 4.18. Akıllı PİK'in Ölçtüğü Bir Kesit Daralması ve Programdaki Çıktı Görüntüsü (Aktaş, 2012)

4.6.1.2. Akıllı PİG Operasyonu Yapılmadan Önce Uygulanması Gerekenler

4.6.1.2.1. Temizleme PİK'i Operasyonu

Akıllı PİG üzerinde bulunan sensörlerin zarar görmemesi için, bir plastik kompozit olan ve boru hattının iç yüzeyde oluşan birikintileri temizleyen bu temizlik piki atılmalıdır. Temizlik piki esnek kompozit malzemeden yapılmalıdır (Aktaş, 2012).



Şekil 4.19. Temizlik Pigi (Aktaş, 2012)

4.6.1.2.2. Caliper PİG Operasyonu

Caliper Pik cihazı, yer saptama vericisiyle, işaretçi sistemiyle, dirsek ölçüm cihazıyla ve IMU (Ataletli Ölçüm Ünitesi) ile donanmış, birden fazla bağımsız sensörlü, çok kanallı ve tüm yüzeyi tarayacak özelliktedir. Caliper PİG cihazı sadece borunun geometrisi hakkında bize bilgi verir. Akıllı Pik'den önce atılmasının amacı akıllı PİG cihazının boru hattından güvenli bir şekilde geçip geçmeyeceği hakkında bilgi verebilmesidir (Aktaş, 2012).



Şekil 4.20. Caliper Pik (Aktaş, 2012)

4.6.2. Boru Hattında Kullanılan Aktuatörlü Vanalar

Boru hattı vanalarının görevleri;

- Hatta oluşacak sızmada zayıyatı en az indirmek
- Hattaki akışkanı kontrol edebilmek
- Yükleme ve Boşaltmaların sağlıklı bir şekilde yapılabilmesini sağlamak

Günümüz endüstrisinde hat vanalarının görevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesini sağlamak amacıyla hat vanaları eski tip manuel vanalar yerine elektrik enerjisiyle çalışan ve uzaktan kontrol edilmeye olanak sağlayan Aktuatörlü vanalarla değiştirilmeye başlanmıştır.

Boru hattındaki küresel Aktuatörlü vanalarda; vanayı açma veya kapatma yönünde tahrik vermek için elektrik motorları ya da pnömatik sistemler kullanılır. Ayrıca manuel vanalarda da olduğu gibi dişli kutusu kullanılması gerekmektedir. Elektrik motorunun ya da pnömatik sistemin torkunun vanayı açık durumdan kapalı duruma ve kapalı durumdan da açık duruma geçirebilecek emniyetli güçte olması ve vana seçimlerinin de bu hesaplamalarla yapılması şarttır.

4.6.3. Seviye Ölçü Sistemleri

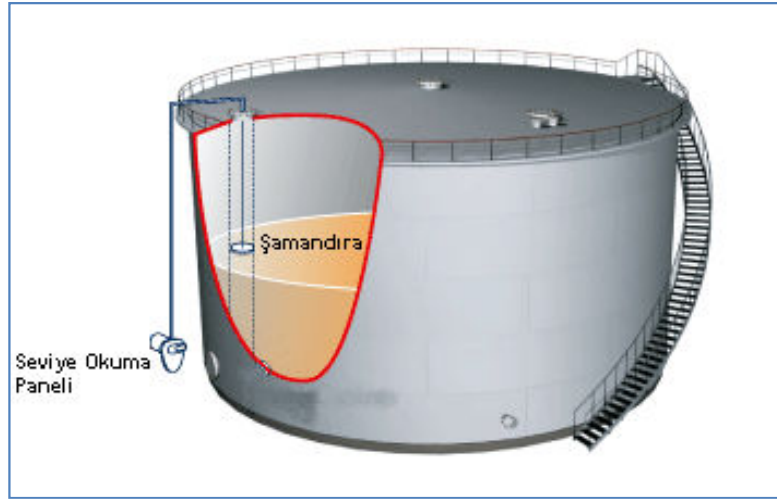
Seviye ölçümü özellikle petrol ve petrol ürünleri depolaması taşınması gibi prosesler üzerine çalışan kuruluşlar için en önemli ve hassas konuların başında gelmektedir. Bunun nedeni de özellikle her bir milimetrenin bile büyük ürün miktarına tekabül etmesi ve enerji sektöründe her bir damla ürünün yüksek fiyatta olmasıdır. Mesela Dört Yol BOTAŞ işletme müdürlüğünde bulunan tankların her biri 150.000 varil olmakla beraber her bir milimetre tank seviyesi yaklaşık 9 varil ham petrole denk gelmektedir. Petrolün de günümüzde ne kadar değerli olduğu bilinmektedir. Bu yüzden bu gibi ölçüm gereken yerlerde hassasiyetin yüksek olması çok önemli ve elzemdir.

Ölçüm sistemlerinin önemli olmasındaki bir diğer husus da tank dolması ve boşaltılması gibi proseslerde gereken sürekli takip etme gerekliliğidir. Tank seviyesindeki yanlış gösterim üzerine yapılan operasyonlar sonucu tank taşması veya

istenmeyen miktarda ürünün boşaltılması gibi operasyonlar çok kritik ve maliyetli olabilmektedir.

Bu açıklanan sebeplerden dolayı tank ölçüm sistemlerine dikkat etmek ve en son teknolojiyi takip etmek gerekmektedir. Bu kısımda önce tank seviye ölçümü için işletmede kullanılan şamandıra sistemi açıklanacak arkasından radar sistemi üzerinde durulacaktır.

4.6.3.1. Mekanik Geyc İle Ölçüm



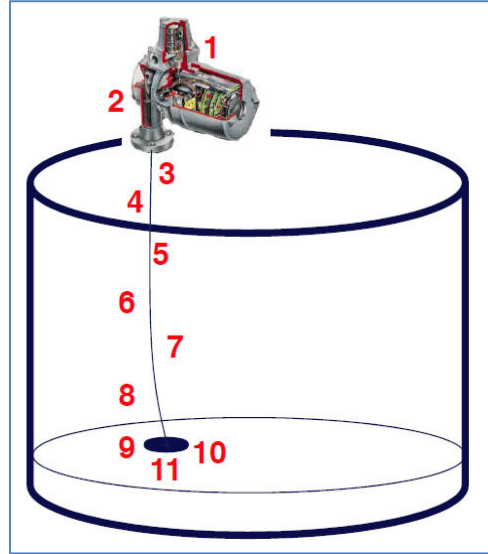
Şekil 4.21. Tipik Bir Mekanik Geyc Uygulaması

İşletme müdürlüğünde tüm tanklarda kullanılan sistem mekanik ölçü sistemidir. Bu sistem basit şamandıra sistemi prensibi üzerine çalışır ve hassasiyeti düşüktür. Şamandıraya takılan şerit metre tankın tavanını dolaşarak tankın dışarısında altında ürün seviyesine göre bir değer gösterir. Bu sistem sayesinde operatör tank seviyesini öğrenmek için tankın tepesine çıkıp metre ölçüsü almak zorunda kalmaz, sadece görünen değeri okuması yeterlidir. Çok basit, elektrik gerektirmeyen, maliyeti düşük, bakım masrafları düşük bir sistemdir.

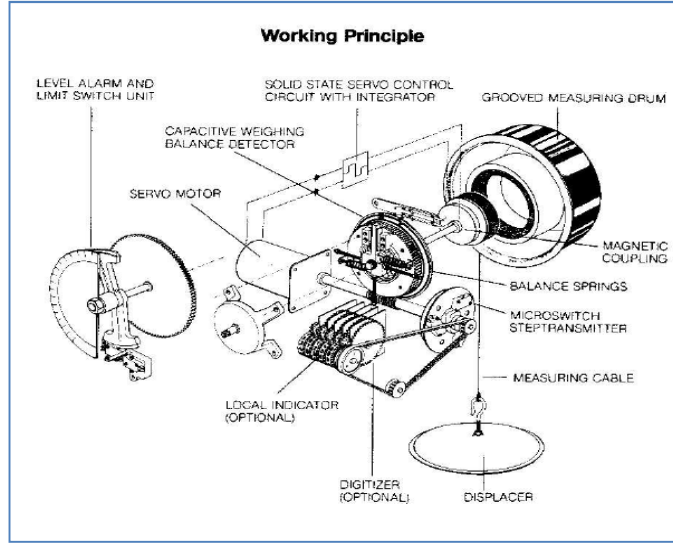
Bu avantajları ile birlikte teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında eksi yönleri de vardır. Öncelikle bu sistemde hassasiyet düşüktür ve tam kalibre edilmiş yeni bir sistemde bile $\pm 3,5$ mm ye kadar hata payı vardır. Sıcaklıkla ve ölçülecek ürün yoğunluğuyla birlikte bu hata payı artabilmektedir, böylesine büyük tanklarda da bu

küçük hatalar büyük farklılıklara yol açmaktadır. Hata paylarının nedenlerini şöyle sıralayabiliriz (Emerson, 2012):

1. Tambur Birimi Sargı Hataları
2. Sargı Birimi Sürtünme Hatası
3. İç Teldeki Sürtünmeler
4. İnce Tel Üzerindeki Sıcaklık
5. Tel Deki Metal Yorgunluğu
6. Tel Deki Bükülme ve Dolaşmalar
7. Boşlukta Displacer Sürtünmesi
8. Yoğunluk Sonucu Tel Üzerinde Ürün
9. Displacer Üzerinde Kir
10. Yüzeyde Köpüklenme
11. Su Seviyesinden Sonra Seviye Hatası



Şekil 4.22. Mekanik Aktüatör Parçalarının Gösterimi



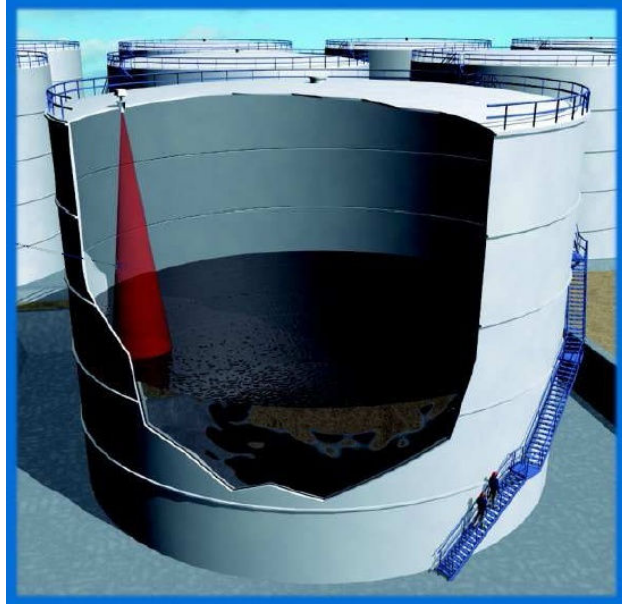
Şekil 4.23. Mekanik Geyç Çalışma Prensibi Şematik Gösterimi (Emerson, 2012)

Şekil 4.22. ve 4.23.'de görüldüğü gibi şamandıra sisteminde kullanılan sistem mekaniksek olarak karmaşık ve çok parçalı yapıya sahiptir. Bu sistemde ölçüm yapabilmek için sıvı ile direkt temas etme gerekliliği vardır ve hava sıcaklığında oluşan değişiklikler ölçme hassasiyetine çok etki edecektir. Özellikle işletmenin tanklarının 17 metre olduğu düşünülürse 17 metrede şamandıranın sıvıyla temasından itibaren tankın dış yan alt tarafında bulunan ölçü göstergesine kadar yaklaşık 30 metre gibi bir mesafe vardır. Bu kadar uzun mesafede çelik ölçü şeridinde oluşabilecek uzama yâda kısalma yâda rüzgâr ve sıvı etkilerinden dolayı oluşacak olan şamandıranın halat açısı en azından birkaç milimetre yanlış gösterecektir. Ayrıca şamandıralı mekanik geyçler sürekli kalibrasyona ihtiyaç duymaktadırlar.

4.6.3.2. Radar İle Ölçüm Sistemi

Radar (bazen mikro-dalga olarak da adlandırılır) yönteminde, kabın üstüne yerleştirilen sensörden aşağı doğru yönlendirilmiş GHz mertebesinde yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar kullanılır. Gönderilen dalgaların ölçülmek istenen sıvı yüzeyinden yansıyan kısmı, sensöre geri döner. Sinyalin gidip gelme süresi (uçuş süresi olarak da adlandırılır) seviyenin tespiti için kullanılan büyüklüktür. Non-Invasive olarak

adlandırılan radar teknolojisinde herhangi bir tüp veya kablo kullanılmaz (MEGEP, 2009).



Şekil 4.24. Tipik Bir Radar Cihazı Görünümü (Emerson, 2012)

Radar sistemi ile ölçüm tekniğinin mekanik sisteme kıyasla birçok avantajı vardır. Bu sistem ile mekanik sistemlerle yapılan insan hatalarını ortadan kaldırmak büyük oranda mümkündür. En son teknolojik modellerde artık kablosuz sistem kullanılmakta ve kablo çekme maliyeti ve güçlüğü de ortadan kalkmaktadır. Radar sistemiyle kablosuz sistem kullanıldığı için kablo bakım maliyetlerini en aza indirebilmek, merkezi sistem ve yazılım aracılığıyla çok sayıda kullanıcıya ofiste istenildiği zaman takip ve raporlama imkânı sağlamak mümkündür (MEGEP, 2009).

4.6.4. Scada sistemleri

4.6.4.1. Scadanın Proses Kontrolündeki Süreci ve Tanıtımı

SCADA terimi ‘‘Supervisory Control And Data Acquisition kelimelerinin ba  harflerinden oluşturulmuştur. Türkçe ’ye ‘‘Danı malı Kontrol ve Veri Toplama Sistemi’’ veya ‘‘Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi’’ olarak çevrilebilir. Kısaca bilgisayarlardan, haberleşme aletlerinden, algılayıcılardan veya diğer aygıtlardan

oluşturulmuş denetlenebilen ve kontrol edilen bir sistemin genel adıdır(Anonim,2013). SCADA, bir veya birden fazla tesisten uzaktan bilgi toplamasına ve bu tesislere kontrol ve erişime imkan veren bir çeşit teknolojidir. Bir SCADA sistemi, MTU'lar (Master Terminal Unit) yani merkezi birim adı verilen ana ünite ile bir veya birden fazla RTU'lardan (Remote Terminal Unit) yani uzak terminal birimlerinden oluşur.

SCADA sistemleri ile sistem üzerinde ana üniteye bağlı uzaktaki tesislere fazladan bir operatör koyulmasa bile sistem işleyebilecektir. Eğer sistem üzerinde acil durum ya da arıza olursa merkezdeki üniteyi uyaracak ve arıza ya da acil durum hakkında gerekli bilgileri verecektir (Şahin, 2011).

En çok kullanılan SCADA sistemleri genelde uzun mesafe iletişimde işlev gösterirler. Bunun yanı sıra kapalı çevrim kontrol ve kısa mesafe iletişimde de kullanılmaya başlanmıştır.

SCADA sistemlerinde ara yüz dediğimiz human-machine interface (HMI), genellikle kontrol altında bulunan donanım ve tesisi temsil eden grafik göstergeler yardımıyla gerçekleştirilir (Şahin, 2011).

4.6.4.2. Scada Kullanımına Elverişli Uygulamalar

SCADA teknolojisinin en uygun kullanım alanı uzak mesafelerde bulunan ve geniş coğrafik alanlara yayılmış daha çok raporlama ve veri izlemesi gerektiren, kontrolü ve izlemesi kolay, sık, düzenli ve ani müdahale gerektiren işletmelerdir. Bu sistemler basit bir açma kapama kontrolünden tutun da daha karmaşık ve ileri kontrol gerektiren birçok uygulamada başarılı bir şekilde uygulanabilir. Gelişen teknoloji ile birlikte SCADA uzaktan kontrolün karmaşıklığını azaltmıştır. SCADA sistemlerinin en çok kullanıldığı yerler; belediyelerin su ve doğalgaz dağıtım tesisleri, elektrik üretim ve dağıtım kurumları, içme ve sulama suyu üretim ve dağıtım tesisleri, barajlar, elektrik santralleri, geniş çapta üretim yapan fabrikalar olarak sıralanabilir (Şahin, 2011). Batman Dörtüyl Boru Hattı için her saat başı istasyonlarla yapılan seviye ve üretim bilgi alışverişi saha içerisindeki tanların seviye bilgi alışverişi ve basınç değerleri ile ilgili bilgi alışverişi bu sistem ile kullanılabilir. Ayrıca basit motor açma kapama, düzenli

olarak depo yüksekliğini ölçme ve ana hat pompaların valflerini açma kapama işlemi uzaktan başlatabilir veya durdurabilir.

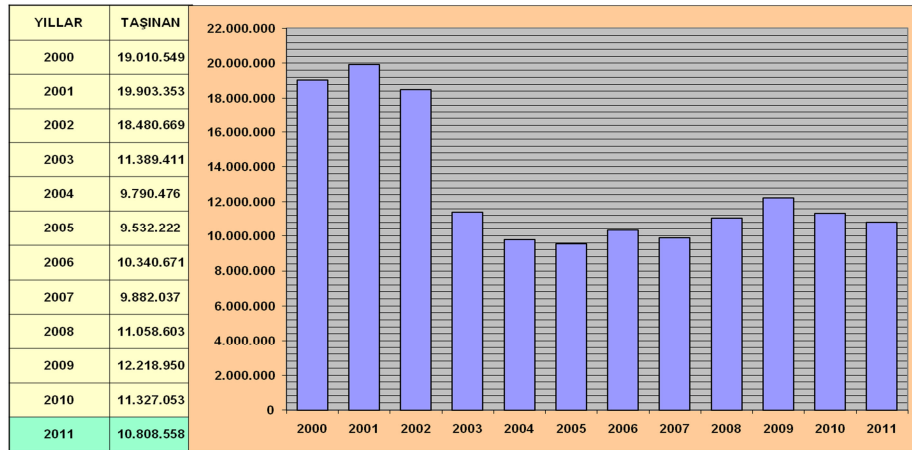
4.7. Geçmiş Yıllara Ait Faaliyetler

Batman Dörtüyl Boru hattının geçmiş on yıllık dönemine bakıldığında hiçbir zaman tam kapasiteyle çalışılmadığı görülür. Bunun nedeni BOTAŞ'ın kendisinden dolayı değil Türkiye'deki petrol üretiminin az olmasındandır. Sonuçta BOTAŞ kendi petrol aramayıp sadece nakliyecilik yapmaktadır. Ayrıca son on yıla bakıldığı zaman TPAO öngörülerine mutabık olarak Türkiye'de petrol azalmasına bağlı olarak taşıma da azalmış ve daha da azalarak gitmektedir (İnan, 2012).

4.7.1. Son on yıl Petrol taşıma durumu (Varil)

Çizelge 4.7.'e bakıldığında 2000 yılı ile 2012 yılları arasında yüksek bir çalışma görülmesine rağmen 2003 yılı ile birlikte birden azalmaya geçen bir üretim görülüyor. Bu yıllarda TPAO bulduğu kuyulardan yüksek verimlilikle üretim yapmış ama daha sonra kuyuların suya dönmesi ile yani üretimde petrol su oranının su ağırlıklı hale gelmesiyle üretim birden düşmüş ve 12 milyon ile 10 milyon arasındadır.

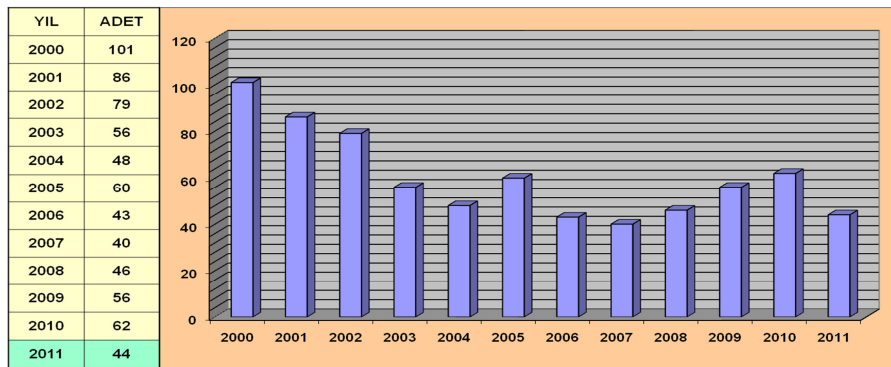
Çizelge 4.7. Son On Yıl Petrol Taşıma Durumu (Varil) (İnan, 2012)



4.7.2. Yüklenen Tanker Sayıları

BOTAŞ'ın geliri hesaplanırken tankerlere verilen miktar esas alınır, yani tanka ne girdiği değil de tanktan ne çıktığı önemlidir. 1320 m'lik oldukça uzun bir iskelesi bulunan işletmenin iskele trafiğinin de incelenmesi ve verimliliğini görmek için yılda iskeleden kaç gemi yüklendiği de önemlidir. Çizelge 4.8.'de 2000 yılından bu zamana kadar kaç gemi yüklendiği görülmektedir (İnan, 2012).

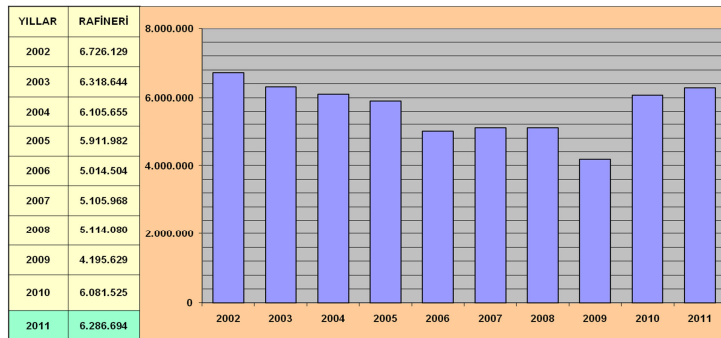
Çizelge 4.8. Yüklenen Tanker Sayıları (İnan, 2012)



4.7.3. Batman'da Rafineriye Verilen Petrol Miktarı

Boru hattında taşınan miktar daha önce de belirtildiği gibi Batman Rafinerisinin elleçleme kapasitesinin üzerinde kalan miktardır. Yani Batman rafinerisi kendi bünyesinde elleçleyemediği petrolü (Çizelge 4.9.) boru hattı ile Dört Yol'a taşınmaktadır (İnan, 2012).

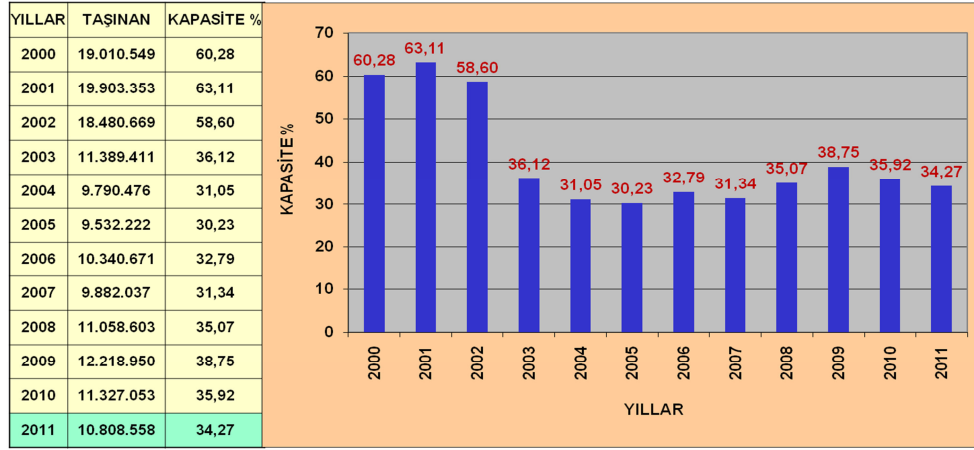
Çizelge 4.9. Batman'da Rafineriye Verilen Petrol Miktarı (İnan, 2012)



4.7.4. Kapasite Kullanım Durumu

Kapasite kullanım durumu hesaplanırken yıllık kapasitenin günlük 86.400 varil, yıllık ise 31.536.000 varil olduğu göz önünde tutulmuştur. Çizelge 4.10.'da yukarıda verilen çizelgelere benzer olarak kapasitenin 2000 ve 2002 yılları arasında yüksek daha sonra yaklaşık üçte bir kapasitede çalışıldığı görülmektedir (İnan, 2012).

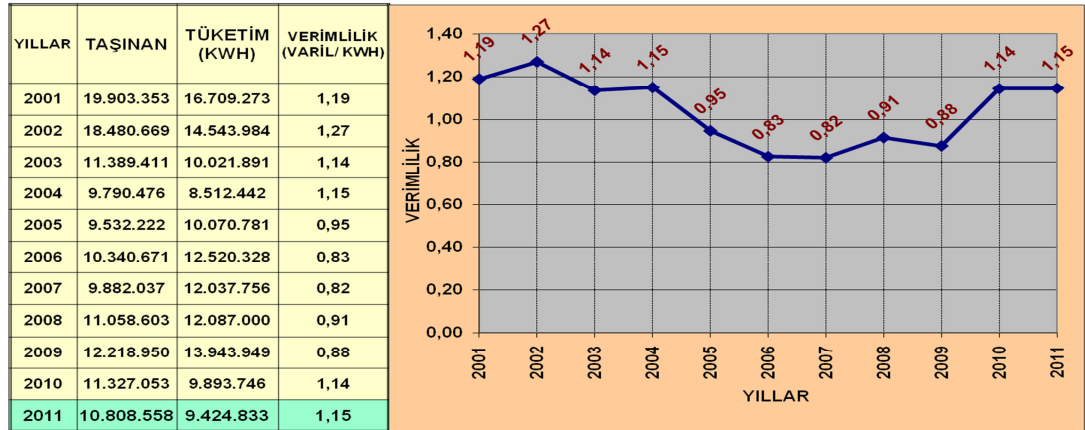
Çizelge 4.10. Kapasite Kullanım Durumu (İnan, 2012)



4.7.5. Taşıma Verimlilik Durumu

Taşıma verimlilik durumu hesaplanırken göz önünde tutulan kriter elektrik sarfiyatıdır. Her yıl harcanan elektrik miktarı taşınan varil miktarına bölüldüğünde ortaya çıkan değer bize verimliliği verir. Yani diğer bir deyişle bir KWH elektrik ile kaç varil petrol taşınabilmiş olduğuna bakılır. Çizelge 4.11. yukarıdaki çizelgelerden ayrı olarak işletme verimliliği açısından yönetimin gözden geçirmesi gereken kritik bir veridir (İnan, 2012).

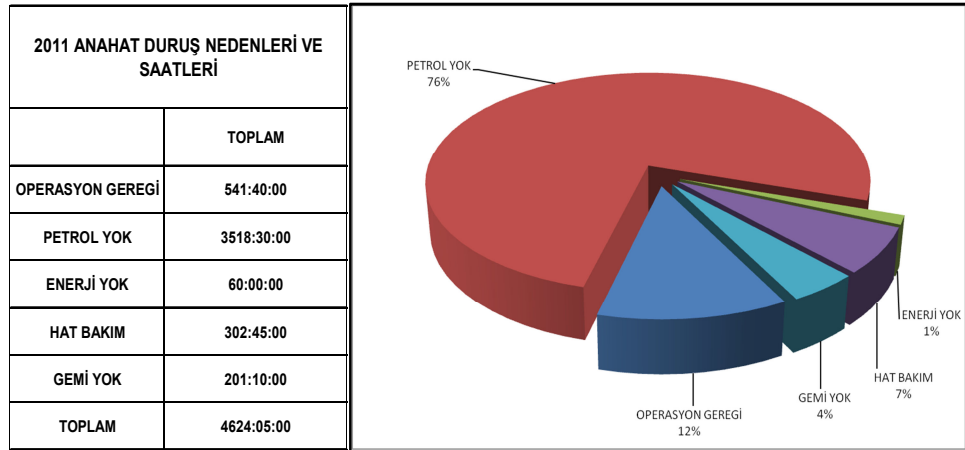
Çizelge 4.11. Taşıma Verimlilik Durumu (İnan, 2012)



4.7.6. Ana hat Duruş Saatleri ve Nedenleri

Çizelge 4.11. ise önceki çizelgelerdeki taşıma kapasitesi ve miktarının nedenlerini açıklayıcı anlamda çıkartılmıştır. Boru hattının 2011 yılı boyunca neden durduğunu işletme şartlarının nasıl işlediğini görmek açısından oldukça önemlidir (İnan, 2012).

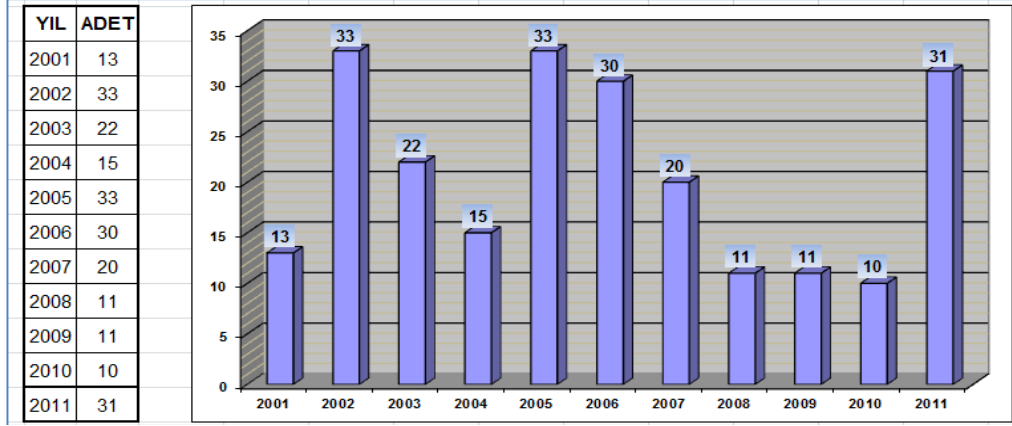
Çizelge 4.12. Ana hat Duruş Saatleri ve Nedenleri (İnan, 2012)



4.7.7. Hırsızlık Sayıları

Çizelge 4.12.'de boru hattında geçmiş yıllarda meydana gelen hırsızlık sayıları verilmiştir. Son yıl içerisinde hırsızlık sayısının biraz arttığı görülüyor (İnan, 2012).

Çizelge 4.13. Hırsızlık Sayıları (İnan, 2012)



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Batman Dörtöl ham petrol boru hattı 1967 yılından beri 50 seneye yani yarım asra yakın bir süredir faaliyetini devam ettirmekte olup, artık oldukça eski ve yeni teknolojilere uzak bir yapı ile çalışmalarını devam ettirmektedir.
- BOTAŞ'ın misyonu Ülkemizin coğrafi ve jeopolitik konumunun sağladığı avantajlarıyla Doğu'nun enerji kaynaklarının Batı'ya aktarılması yönünde ham petrol ve doğal gaz hatlarını yaygınlaştırarak, ülkemizin bir enerji koridoru haline gelmesini sağlamaktır. Batman Dörtöl Ham petrol boru hattı ülkemizin doğusunda var olan kaynaklarımızı diğer kurulu rafinerilere en kısa şekilde taşımak olup bu görevi de eski bir boru hattı olmasına rağmen şu anda tam olarak yerine getirebilmektedir.
- Petrol taşımacılığı için boru hatları ile deniz taşımacılığı karşılaştırıldığında boru hattı ile taşımının daha verimli olacağı ortaya çıkacaktır. Bunu sebeplerini sayarsak, boru hattı ile taşımada Taşıma fiyatları değişken değildir, işletmesi kolay, bazen otomatiktir, gömülü hat hem çevreyi rahatsız etmez hem de sabotaja karşı daha güvenlidir. Boş konteynerleri geri göndermek gibi bir sorun yoktur. Hat kapasitesini artırmak mümkündür. Gömülü hat trafik ve benzer servisleri engellemez, Rota seçmek karayolu ve demiryolundan kolaydır. Kaza/ton-km oranı düşük olmakla birlikte araçların geçemeyeceği yerden geçmesi mümkündür. Buna karşılık hem İlk yatırımı hem de hattın doldurulma maliyeti yüksektir. Ayrıca az da olsa tıkanma, durma/kalkma ve kaçak sorunları vardır.
- Boru hattı ile taşımının daha verimli olmasının yanısıra boru hatları Türk Boğazlarının deniz trafiği yükünü azaltmaktadır.
- BOTAŞ Batman-Dörtöl Ham Petrol Boru Hattı Türkiye'nin ilk ve tek Milli Ham Petrol Boru Hattıdır. 04 Ocak 1967 tarihinde resmen işletmeye açılmıştır. Amacı; ülkemizdeki bölgelerden (Batman, Diyarbakır ve Adıyaman) çıkartılan ham petrolü boru hattı vasıtasıyla Hatay Dörtöl'daki deniz terminaline güvenli bir şekilde aksatmadan taşımaktır. Hat içerisinden sadece yerli üretilen ham petrol geçmekte olup gümrük işlemi yapılmamaktadır.
- Boru hattını korozyondan muhafaza etmek için tüm sistemde Batmandan başlayarak Dörtöl'da gemiye kadar olan tüm metal aksamlar borular ve depolama

tankları katodik koruma sistemi ile donatılmıştır. Bu sistem bu tesisin ömrünün uzaması için oldukça hayati öneme sahip olup, işletme için olmazsa olmaz gerekliliklerden biridir. Ancak işletmenin katodik koruma sistemi oldukça eski olup artık yenilenmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Boru hattında hırsızlık sonucu tamir yapılmak için açılan boru hattı kesitlerine bakıldığında hattın bazı kesimlerinde korozyon gözlemlenmektedir.

- Boru hattı işletme dönemi boyunca 2011 yılı sonu itibari ile yaklaşık 300 adet hırsızlık girişi olmuş olup boru hattına bir çok noktasında tamirat dolayısıyla çakılan kazıklar yapılan kaynaklar gibi işlemler boru hattında önemli tahribatlar meydana getirmiştir. Muhtemelen özellikle bazı bölümlerde boru hattı oldukça eskimiş olup Akıllı Pik işlemi yapılarak mutlak surette boru hattının haritasını çıkarmak gerekmektedir. Böylece nerede ne kadar eskime ve yıpranma olduğunu önceden görüp olası bir büyük yırtıktan yada benzer tehlikeli durumdan boru hattını sakındırmak gerekmektedir.
- Batman Dört Yol Ham petrol boru hattı güzergâhında boru hattını genel asayiş kapsamında korumakla görevli Jandarma Karakollarıyla yapılan görüşmeler yapılmaktadır. Bu görüşmeler neticesinde dışarıdan gelebilecek saldırı ve sabotajlara karşı boru hattı güzergâhında bulunan Jandarma Karakolları emrinde görevli boru hattı gözcülerinin daha dikkatli hareket etmesi ve Boru hattı üzerinde devriye görevi yapan Jandarma kuvvetlerinin devriyeleri sıklaştırması konusunun üzerinde durulmalıdır. Geçmiş yıllarda yapılan hırsızlıklara bakıldığında 2011 yılı içerisinde hırsızlık sayısının biraz arttığını görüyoruz. Bu sayıyı düşürmek için mutlak surette Güvenlik Güçleri ile koordinasyon arttırılmalıdır.
- 2005 yılındaki büyük patlakta Atatürk Barajının oldukça kirlenmesi ve hat vanasına ulaşamayıp kapatılmasında geç kalındığı için bu kirlenmenin önüne geçilememesi gösteriyor ki uzaktan vana kontrolü yapılabilmesi çok önemli bir gerekliliktir. Özellikle deniz, göl, nehir, su havzası, milli park, baraj gibi çevre kirlenmesi istenmeyen yapılarda ve ekolojik denge bakımından hassas olan alanların yakınından veya üzerinden zorunlu hallerde hat geçmesi durumunda, geçişlerin giriş ve çıkış noktaları ile diğer uygun yerlere uzaktan kumandalı hat vanaları yerleştirilmesi gerekmektedir.

- İşletmede faturalandırma işlemi tanktan alınan açılış ve kapanış ölçülerine göre yapılmaktadır. Bu işlemler ise operatör ile el ile manuel yapılmaktadır. Bu durumda iki ayrı operatör aynı tank için bile farklı ölçüm sonuçları çıkarabilmektedir. 150.000 varillik hacmi olan bu tanklarda her bir mm 9 varile tekabül etmekte olup milim hatalar yaklaşık 1000 dolar gibi bir maliyete sebep olabilmektedir. Yeni teknolojik gelişmelere bakıldığında BOTAŞ gibi işletmeler ölçümlemlerini Radar sistemleri ile otomatik olarak yaptırabilmektedirler. Bu da insandan kaynaklanan hataları en aza indirmektedir. Kontrol amaçlı her bir tankın açılış ve kapanış seviye ölçüsü yapılırken metre ile alınmalı ancak radar sistemi ile kesin sonuçlar elde edilmelidir.
- Hat çalışırken Tanka üretim geldiğinde tankın taşmaya yada diğer olumsuzluklara maruz kalmaması için devamlı olarak akış ve tanka alınan ürün kontrol altına alınıp kayıt tutulmalıdır. Radar sisteminde bu işlem anlık olarak bilgisayar ekranında görüneceği için operasyon çok daha güvenli hale gelecektir.
- Batman'dan Dörtüol'a kadar olan 511 km lik boru hattı boyunca birçok farklı türde vana kullanılmaktadır. Bu vanaların otomatik ve uzaktan kontrollü olmasının gerekliliği dışında aynı anda vanaların aktif durumu da bilinmesi ve uzaktan takip edilebilmesi çok önemlidir. Hat boyunca bulunan vanalardan herhangi birini kötü amaçlı kişiler kapatır ise ve bu durumdan uzaktan haberleşme olmadığı için işletme haberdar olmaz ise pompaj yapılırken çok ciddi sorunlar ortaya çıkabilir. Boru hattının patlamasına bile sebep olunabilir. Bu yüzden SCADA sistemi kurularak vanaların uzaktan açık mı kapalı mı olduğu takip edilmelidir.
- Boru hattı tasarımı yapılırken kararlı akımda sadece birkaç parametreye bakılır. Bunlar; hidrolik eğim (basınç çizgilerinin eğimi), gözlemlenen boru hattı kesitindeki basınç kayıpları ve tüm boru hattı boyunca en yüksek ve en düşük basınç değerleridir. Boru hattının çapı, malzemesi, pompa istasyonları sayısı ve ne tür pompa seçileceği bu bilgiler göz önüne alınarak tasarlanır. Boru hattının geçeceği coğrafi yol çok önemlidir. Özellikle şehir dışlarından gidilmeye dikkat edilerek olası bir istenmeyen patlak sızıntı gibi durumlarda yerleşim yerlerinin zarar görmemesi sağlanmalıdır.
- Boru hattındaki akışkanın sürtünmeye karşı direnci Debi ile direkt olarak ilgilidir ve seçilecek pompa tipi ve gücünü en çok etkileyen değerdir. En temel olarak debi

arttıkça sürtünme kaybı artar denilebilir. Coğrafi kayıp karşılığı sabit olmasına karşın debi arttıkça pompanın akışkanı daha yükseğe çıkarması gerekmektedir.

- Slackline çalışma şartı ise borunun tamamının akışkan ile dolu olmaması durumunda gerçekleşir. Yani boruda hava boşlukları vardır. Bu çalışma türü Boru hattı tasarımında önemli hususlardan biridir. Batman Dörtyol boru hattına bakıldığında önemli ani çıkışlar ve ani inişlerin mevcut olduğu görülmektedir. Bu durumda bir çok noktada tepe noktasından dip noktasına akışın olduğu yerlerde slackline akış söz konusudur. Bunu önlemek çalışma şartları açısından oldukça önemlidir. Bunu önlemek için hattan tanka alınan ürün ile hatta pompaj yapılan ürün miktarının aynı olmasına dikkat etmek gereklidir. Eğer pompaj yapılan miktardan daha fazla hattan ürün alınırsa hat boşaltılmış olup daha çok slackline hadisesi yaşanacaktır.
- Batman istasyonundaki pompaların çalışma amaçları Petrolü Diyarbakır Pirinçlik istasyonuna kadar basınçlandırmak iken, Diyarbakır istasyonunun amacı ise petrolü öncelikle Karacadağ'ı aşrtmak ve sürtünme kuvvetini yenerek 250 km boyunca Sarıl istasyonuna ulaştırmaktır. Sarıl istasyonunun amacı ise petrolü Nur Dağından aşrtmaktır, hidrolik grafikte de görüldüğü gibi Nur Dağından sonraki kısımda petrol yerçekimi etkisiyle herhangi bir basınçlandırma olmasa bile Dörtyol'a ulaşacaktır.
- Bölüm 4.1 de Boru hattı hidroliği için yapılan hesaplamalara bakıldığında akış yapılan her debi için Reynolds sayılarına bakıldığında akışın Laminer olduğu görülmektedir.
- Boru hattının kapasitesini hesaplarken Batman pompajı yapılırken aynı anda hem Diyarbakır hem de Sarıl istasyonlarından enjekte olarak pompaj yapabilmekte olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple boru hattının taşıma kapasitesi Batman tek başına giriş yaptığında 33.288.000 varil yıllık kapasiteye ulaşılabilmesine rağmen, enjekteli pompaj göz önünde bulundurulduğunda 4000 varil/saat taşıma kapasitesine ulaşabilmek mümkün olacaktır.
- İstasyonlar çalışırken eğer koordinasyon iyi sağlanmazsa basınç değeri boru içerisindeki basınç değeri ya çok yükselecek ve patlamaya kadara varabilecek tehlikeler oluşacak yâda çok düşerek pompaların çiğneme yapmasına sebep olarak pompa arızalarını sonuç verecektir. Bu bakımdan basınç durumlarını çok iyi

gözlemek ve nerelerin kritik noktalar olduğunu bilmek ve işletme operasyonlarını bu kritik noktaları göz önüne alarak gerçekleştirmek gerekir.

- Boru hattında basınçların aniden yükselmesi darbe etkisi yapacağından tehlikesi çok yüksektir. Bu nedenle Diyarbakır istasyonu çift pompa ile devreye girdiğinde Sarıl İstasyonunda basınçların yükselmesi beklenmeden devreye girilmeli, böylece hat dolup statik basınç üzerine Diyarbakır pompaj basıncının da eklenmesi önlenmelidir.
- Hatta akış durdurulacağı zaman Diyarbakır istasyonu çift pompa ile çalışıyorsa Diyarbakır İstasyonunu devreden çıkarılmalı en az yarım saat sonra da Sarıl istasyonu devreden çıkarılmalıdır.
- Akıllı PİG yöntemiyle; Boru hatlarının mekanik ve coğrafi özellikleri tespit edilmeli ve boru hattının güncel durumu mutlaka ortaya koyulmalıdır. Bu özellikler bilindikten sonra gerekli görülen yerlerde tadilat yapılması gerekebilir.
- Günümüz endüstrisinde hat vanalarının görevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesini sağlamak amacıyla hat vanaları eski tip manuel vanalar yerine elektrik enerjisiyle çalışan ve uzaktan kontrol edilmeye olanak sağlayan Aktüatörlü vanalarla değiştirilmeye başlanmıştır. İşletme içerisinde de bazı vanalar Aktüatörlü vana ya çevrilmesine rağmen henüz çok kısıtlıdır. Eski tip bir tank çıkışında bulunan 30" lik giyotin vanayı kapatmak için 240 tur dönüş yapmak gerekmektedir. Bu da hem vakit hem de iş gücü kaybına sebep olmaktadır. Ayrıca herhangi bir tehlike durumunda acil vanayı kapatmak çok zor olacaktır. Bu yüzden tüm vanaların Aktüatörlü hale getirilmesi işletmecilik açısından önemlidir.
- Tank seviyesindeki yanlış gösterim üzerine yapılan operasyonlar sonucu tank taşması veya istenmeyen miktarda ürünün boşaltılması gibi operasyonlar çok kritik ve maliyetli olabilmektedir. Ölçüm ve izleme sistemlerinin SCADA üzerinden daha verimli hale getirilmesinin yanı sıra operatörler ve bu iş ile uğraşan personel rutin olarak eğitime tabi tutulmalıdır.
- Özellikle işletmenin tanklarının 17 metre olduğu düşünülürse 17 metrede şamandıranın sıvıyla temasından itibaren tankın dış yan alt tarafında bulunan ölçü göstergesine kadar yaklaşık 30 metre gibi bir mesafe vardır. Bu kadar uzun mesafede çelik ölçü şeridinde oluşabilecek uzama yâda kısalma yâda rüzgâr ve sıvı etkilerinden dolayı oluşacak olan şamandıranın halat açısı en azından birkaç

milimetre yanlış gösterecektir. Ayrıca şamandıralı mekanik geycer sürekli kalibrasyona ihtiyaç duymaktadırlar. Bu açıklanan sebeplerden dolayı tank ölçüm sistemlerine dikkat etmek ve en son teknolojiyi takip etmek gerekmektedir.

- Radar sistemi ile ölçüm tekniğinin mekanik sisteme kıyasla birçok avantajı vardır. Bu sistem ile mekanik sistemlerle yapılan insan hatalarını ortadan kaldırmak büyük oranda mümkündür. En son teknolojik modellerde artık kablosuz sistem kullanılmakta ve kablo çekme maliyeti ve güçlüğü de ortadan kalkmaktadır. Radar sistemiyle kablosuz sistem kullanıldığı için kablo bakım maliyetlerini en aza indirebilmek, merkezi sistem ve yazılım aracılığıyla çok sayıda kullanıcıya ofiste istenildiği zaman takip ve raporlama imkânı sağlamak mümkündür.
- SCADA, kullanıcısına bir veya birden fazla tesisten bilgi toplamasına ve bu tesislere kontrol yönergeleri göndermesine olanak sağlayan bir çeşit teknolojidir. SCADA ile birlikte gelişen teknoloji uzaktan kontrolün karmaşıklığını azaltmıştır.
- Batman Dörtüyl Boru Hattı boyunca sürekli olarak basınç ve seviye takipleri yapılmaktadır. Sadece telefon ile haberleşmek yerine SCADA sisteminin sunduğu avantajlar kullanılarak gerekli bilgileri uzaktan takip edebilmek işletme açısından çok faydalı olacaktır. Ayrıca Aktüatörlü vanaların takılması ile paralel olarak bu otomatik vanaların da uzaktan açma ve kapama yapması da bu sistemle birlikte sağlanabilir.
- Batman Dörtüyl Boru hattının geçmiş on yıllık dönemine bakıldığında hiçbir zaman tam kapasiteyle çalışmadığı görülür. Bunun nedeni BOTAŞ'ın kendisinden dolayı değil Türkiye'deki petrol üretiminin az olmasındandır.
- Taşıma verimlilik durumu hesaplanırken göz önünde tutulan kriter elektrik sarfiyatıdır.
- İşletmenin kapasitesi hesaplanırken tabloyu oluşturmak için alınan viskozite ve Gravite değerleri ortalama değer olup, her bir Gravite ve her viskozite değeri için değişiklik gösterecektir.
- Beklenildiği gibi düşük graviteli petrolü sevk etmek yüksek graviteli petrolü sevk etmekten daha zordur.
- Debi arttıkça sürtünme katsayısı da arttığı için gereken basınç da artmıştır.
- Boru hattı için güvenli çalışma basıncı 65 bar ile sınırlandırıldığı göz önünde bulundurularak, eğer kalın graviteli petrol sevk ediliyorsa saatlik en fazla yaklaşık

2.500 varil sevk edileceği görülmektedir. İnce graviteli petrol sevk ediliyorsa ve hava şartları da müsait ise kapasitenin 3.500 varil/saat üzerine çıkabilecektir.

- Yukarıda hesaplanan basınç değerleri 50 F değerine göre hesaplanmıştır, sıcaklık arttıkça bu basınç değerleri düşecek, sıcaklık düştükçe yani kış şartları oluştuğunda bu basınç değerleri yükselecektir. Dolayısıyla sevk edilen saatlik varil miktarı azalacaktır.
- Irak petrolünün taşınması halinde günlük 91.200 varil ve yıllık 33 milyon varil taşıma kapasitesi değerlerine ulaşılacağı görülmüştür. Bu kapasite oldukça düşük olup Irak ile anlaşma yapılacak ise mutlak suretten en az 42" lik yeni bir hat kurulmalıdır.
- Iraktan Batman'a kadar kara yolu ile tanker taşımacılığı yapılacak olursa bir tanker yaklaşık 180 varil ham petrol aldığını göz önüne alırsak günde 500 tanker ham petrol taşınması gerekmektedir. Bu da saatte 20 tanker ve 3 dakikada 1 tanker boşaltım yapması gerekmekte olduğunu gösterir. Bir tankerin boşaltım süresi yaklaşık 20 dakika olduğunu varsayarsak, bu kapasitede çalışmak için aynı anda en az 6 tankerin boşaltım yapabileceği bir istasyon kurulmalıdır.

6. KAYNAKÇA

- Aktaş, Osman. 2012.** *Akıllı Pik Uygulaması*. Hatay : Makina Kimya Üniversitesi, 2012.
- Anonim. 2013.** *Wikipedia*. [Çevrimiçi] 2013.
http://tr.wikipedia.org/wiki/Katodik_koruma.
- . **2013.** *Ders İndir*. [Çevrimiçi] 2013. <http://www.dersindir.net/hidrolikhidrologik-temelleri>.
- Batman-Dörtüol Petrol Boru Hattı İşletmesinin İncelenmesi ve Kuzey Irak Petrolü İçin Kapasitesinin Hesaplanması. İNAN, Ahmet. 2013.* 133, Hatay : Makine Mühendisleri Odası, Ocak-Şubat 2013, Tesisat Mühendisliği Dergisi, s. 18-27.
- Beggs, H. D. And Brill, J. P. 1973.** *A Study Of Two-Phase Flow In Inclined Pipes*. s.l. : Journal Of Petroleum Technology, 1973.
- BIL. 2005.** *Baku – Tbilisi – Ceyhan Crude Oil Pipeline Project, Operator Training Hydraulic Hand-Out Document*. Ceyhan : BOTAŞ International Limited, 2005.
- Boles, Yunus A. Çengel, Micheal A. 2007.** *Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla*. İstanbul : Literatür Yayıncılık / Mühendislik Dizisi, 2007.
- BOTAŞ. 2010.** *Batman Dörtüol Ham Petrol Boru Hattı Tanıtım Sunumu*. Hatay : BOTAŞ, 2010.
- . **2011.** *BOTAŞ Çevre El Kitabı*. Hatay : BOTAŞ, 2011.
- . **2013.** *BOTAŞ Kurumsal Web Sitesi*. Ankara : www.botas.gov.tr, 2013.
- . **2007.** *Dörtüol Operasyon Prosedürleri*. Hatay : s.n., 2007. BOT-TLM-ODI.
- Dalgıç, Hasan. 2001.** *101-102-103 nolu tanklar viskozite ölçüm raporları*. Batman : BOTAŞ, 2001.
- Deniz, Prof. Dr. Veli. 2008.** *Boru Hatları Yapımında Teknik Esaslar ve Tedarikte Güvenlik*. [Çevrimiçi] 2008. [Alıntı Tarihi:]
<http://www.konrad.org.tr/Enerji/12DENIZ.pdf>.
- Emerson. 2012.** *Tank Seviye Ölçüm Sistemleri Sunumu*. Adana : EMERSON, 2012.
- Gürel, Serdar Mak.Yük.Müh. 2003.** *Vanalar*. s.l. : Eko Mühendislik San. Ve Tic. Ltd. Şti., 2003.
- İnan, Ahmet. 2012.** *Batman Dörtüol İşletme Müdürlüğü 2011 Yılı Faaliyet Raporu*. Hatay : BOTAŞ, 2012.

- Işık, Hilmi. 2008.** *Botas Ham Petrol Boru Hatlarının İncelenmesi ve Rehabilitasyonu için Sistem Önerisi.* 2008. s. 27. Cilt 1.
- İzoboru. 2012.** *Su Debisi ve Boru Çapı Hesabı.* s.l. : İzoboru, 2012. Su Debisi Ve Boru Çapı Hesabı, İzobor,
http://www.izobor.com/tr/dokumanlar_files/su%20debisi%20ve%20boru%20cap%20hesabi.pdf.
- Karadoğan, Haluk Prof.Dr. 2010.** *Boru Hatları Tasarımı.* İstanbul : s.n., 2010.
- Koşkan, İzzet Öztürk Prof. Dr. ve ark. 2005.** Atıksu Arıtımının Esasları Eysel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı Ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. *T.C Çevre Ve Orman Bakanlığı.* [Çevrimiçi] 2005.
- MEGEP. 2009.** *Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Seviye Ölçümü.* Ankara : T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, 2009.
- Odabaşı, Turgut. 2004.** *Katodik Koruma Sisteminin Tanıtımı.* s.l. : Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği, 2004.
- Şahin, Volkan. 2011.** *Sıvı Yakıtlara Dayalı Enerji Tüketen Sistemlerin Enerji Verimliliğini Yöneten, Donanımsal Ve Yazılımsal Yeni Bir Yöntemin Araştırılması.* Isparta : Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, 2011.
- TC. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. 2009.** TC. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Kurumsal Web Sitesi. [Çevrimiçi] 2009.
http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/UBAK/tr/dokuman_ust_menu/stratejikplan/20090612_170301_204_1_64.pdf.
- TPAO. 2013.** TPAO Kurumsal Web Sitesi. [Çevrimiçi] 2013. <http://www.tpao.gov.tr>.
- Uşak, Cemil. 2011.** *Petrol Boru Hattı Hidrolik Eğitimi.* Hatay Dörtyol : BOTAŞ, 2011.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgisi, yorumları, anlayışlı yaklaşımı, sabır ve özveni ile bana destek olan, büyük yardımlarda bulunan ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali KOÇ'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Dörtüol BOTAŞ İşletme Müdürümüz Sayın Hasan İKİZEK'e, Teknik Müdürümüz Sayın Mehmet HÜNER'e, her zaman yeni şeyler öğrenmem için çabalayan ve yönlendiren, çok sevdiğim ve kendisine çok şeyler borçlu olduğum değerli büyüğüm Kimya Mühendisi Sayın Mustafa ERCAN'a, ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen yirmi dört saat vardiyada çalışan operatör ve dispeçer arkadaşlara sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özellikle varlıkları ile bana yaşama gücü veren, Tez çalışmam boyunca manevi destek olan ve bitmez tükenmez sabrıyla hep yanımda bulunan, hayatım boyunca bana her aşamada destek olan her şeyden çok sevdiğim canım eşime ve hayatımın neşesi tatlı kızıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

23 Temmuz 1984 yılında Tokat Zile’de doğdum, 2 yaşında Ankara’ya yerleştim. İlköğretimini Rauf Orbay İlkokulu’nda bitirip Gölbaşı Anadolu lisesine devam ettim. 7 senelik hazırlık, ortaokul ve lise eğitiminin ardından 2002 yılında Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü kazandım. 2008 yılında mezun olduktan sonra aynı sene askere gidip Ankara’da Zırhlı Birlikler Okulu’nda askerliğime başlayıp, hizmetimi Yedek subay olarak 2009 Aralık ayında tamamlayıp aynı ay içerisinde KPSS ile BOTAŞ Dörtüol İşletme Müdürlüğü’ne atandım. Halen BOTAŞ Bünyesinde Petrol İletim Biriminde Türkiye’de çıkan tüm petrollerin TPAO, TUPRAŞ, PERENCO ve BOTAŞ arasındaki koordinasyon görevini yürütüyorum. Evliyim ve bir kızım var.