

# Botaş Ham Petrol Boru Hatlarının İncelenmesi ve Rehabilitasyonu için Sistem Önerisi

Hilmi IŞIK

Gazi Üniversitesi Gazi Meslek Yüksek Okulu, Çubuk, Ankara, Türkiye  
ihilmi@gazi.edu.tr

**Özet**— Metalik yapıların (köprü, viyadük, raylı taşıma hatları...) özellikle dağıtım ve taşıma sistemlerinin (su dağıtım şebekesi, doğalgaz şebekesi, petrol taşımacılığı, su taşımacılığı, gaz taşımacılığı...) korozyondan korunmasında en etkili yöntem dış akım kaynaklı katodik korumadır. Dış akım kaynaklı katodik koruma sistemlerinin temel elemanlarında (Trafo-Redresör, anot ve anot yatağı) meydana gelen arızalardan maalesef haberdar olunamamakta veya haberdar olunsa bile ulaşım ve maliyet gibi sebeplerden bu arıza zamanında giderilememektedir. BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.) ham petrol taşıma boru hatlarında yapılan incelemelerde birçok TR ünitesinde arızalar bulunduğu ve bunların giderilemediği görülmüştür. Bunların şu anda olmasa bile gelecekte önemli mal ve can kayıplı kazalara sebep olacağı kesindir. Bu sorunların giderilememesinin sebebi olarak boru hatlarının çok geniş alana yayılmış olması (Şekil 1.), iklim şartları, eleman ve araç yetersizliği gibi sebepler sayılabilir. Bu çalışmada BOTAŞ boru hatları incelenmiş ve görülen eksiklere yönelik çözümler önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler**— Korozyon, BOTAŞ, Trafo-Redresör, Katodik koruma.

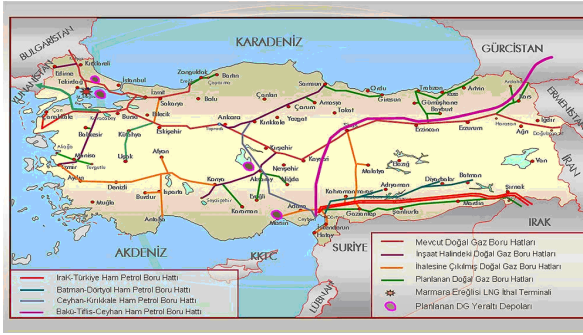
## System Suggestion for Botaş Pipe Lines Examines and Rehabilitation

**Abstract**— The most effective method in the protection of metallic structures ( bridge, viaduct, industrial transportation lines...) especially transport and distribution systems ( water distributing network, natural gas network, petrol transportation, water transportation, gas transportation...) from corrosion is external current sourced cathodic protection. The faults that occur in the basic components of external current sourced cathodic protection systems (Trafo-Rectifier, anode and anode channel) cannot be known or even if they can be known, this fault cannot be improved in time because of the reasons such as transportation and cost. In the researches made in the raw petrol transportation pipe lines of BOTAS (Pipe Lines and Petrol Transportation A.Ş.), it has been seen that there are faults in many TR units and these cannot be improved. It is certain that these will cause important accidents with loss of property and life, not today, but in the future. Such reasons as pipe lines spreading in a wide area (Figure 1) , climate conditions, lack of staff and device can be listed as the reasons of their not been able to be improved. In this work, BOTAS pipe lines have been examined and solutions for deficiencies seen have been suggested.

**Keywords**— Corrosion, BOTAS, Trafo-Rectifier, cathodic protection.

## 1. GİRİŞ

Büyük ekonomik değeri olan taşıma ve depolama sahalarındaki katodik koruma sistemlerinde otomasyon bulunmamaktadır. Bu sistemleri korozyona maruz bırakmamak için yapılan katodik koruma sistemlerinin etkin bir koruma sağlaması ve bunun da süreklilik sağlayabilmesi için temel otomasyonun mutlaka kurulması gerekmektedir. Bu amaçla bu sistemler için SCADA sistemi tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir. SCADA sistemi ile boru hatlarının sürekli şekilde tam katodik koruması sağlanabilir, arıza durumları otomatik olarak bilgisayar vasıtasıyla izlenebilir ve uygun olanlar giderilebilir. Ayrıca boru hattı katodik koruma verileri ve arızalar sürekli kaydedilebilir ve durum istenilen her an raporlanabilir.



Şekil 1. Türkiye’de bulunan boru hatları

Bu çalışmada; korozyonun metalik yapılar üzerindeki kötü etkisi, sebepleri ve oluşma şekilleriyle incelenmiştir. Korozyonu önleme çeşitleri, korozyonu önleme yöntemleri üzerinde durulmuş, kontrol sistemleri, otomatik kontrolün korozyonu önlemede kullanılması üzerine dünyada yapılmış bazı çalışmalar incelenmiştir.



Şekil 2. Bir ham petrol tankı.



Şekil 3. Bir su tankı



Şekil 4. Ceyhan Yumurtalık Yükleme İskelesi

Tasarlanan otomatik kontrol sistemi ile boru hatları, tanklar ve iskele (Şekil 2. , Şekil 3. , Şekil 4. ) korozyona karşı emniyetli bir şekilde korunmuş olacaktır. Böylece oluşabilecek felaketlerin, can ve mal kayıplarının ve çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olacaktır.

Tarih içinde birçok aşamalardan geçmiş olan otomatik kontrol son zamanlarda telemetri ve sonra bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle PLC ve SCADA sistemleri ile gelişmiştir. SCADA sisteminin geniş kullanım alanı olduğu gibi bazı sistemlere de temel teşkil eder. Örneğin; enerji yönetim sistemleri (Energy Management System, EMS), dağıtım yönetim sistemleri (Distribution Management System, DMS), coğrafik bilgi sistemi, CBS, (Geographical Information System, GIS) vb. Otomatik kontrol ve korozyon uygulamaları hakkında dünyada yapılmış bazı çalışmalar şunlardır;

Wilbross 400 km uzunluktaki 20 inçlik boruları inşa etmiştir. 70 Mbpd akış hızı için tasarlanan boru hattı sistemi ‘fusion bonded epoxy’ (FBE) kaplama, katodik koruma sistemi, SCADA ve mikrodalga iletişim sistemine sahiptir. Wilbross aynı zamanda 140 Mbpd pompa istasyonu, 4 Mbbl’lik 4 depo, 1 tane 5 Mbbl ve 1 tane 500 bbl’lik çatı deposu inşa etmiştir. Ülkede toplam 21 tane nehir bulunmaktadır ve borular yollardan çapraz bir şekilde geçmektedir. SCADA sistemi kontrol valfleri hariç ana blok valflerinin durumlarını izlemek, basınç durumlarını gözlemek ve valfleri uzaktan kapamak için kullanılmıştır. Ham petrol üç farklı üretim alanından

doğrudan yükleme pompasına gönderilmektedir. Bunun sebebi, her bir üretimin ayrı ayrı sayaçlanmış olmasıdır. Ayrıca SCADA sistemi ile park imkânları, yangın koruma, ulaşım vb işler yapılmaktadır [1].

USA Federal Register; (Rules and Regulations, Final Rule) yayınladığı kurallar ile hata ve sızdırma nedeniyle insanların yerleşim yerlerini etkilemesi durumunda zararlı sıvılar, boru parçalarının segmentlerinin birleştirilmesi, analizi, boruların tamir ve değerlendirilmesi ile ilgili kuralları belirlemiştir [2].

R.E. Shell, yayınladığı makalede; AC indüklemeli korozyonun çok yüksek korozyon hızına sahip olması sebebiyle gömülü boru hatlarının birleştirilmesinde önemli bir tehlike kaynağı olduğunu, bu korozyonun yılda yaklaşık 1 mm metal kaybına sebep olduğunu açıklamıştır. Örnek olarak; UK Shell'in 1992 yılında, 412 km uzunluğunda, 10 inc yarıçaplı, yüksek basınca dayanıklı boru kullanarak kurduğu hattın, 1996 yılında borunun 100 km'lik kısmının mikrobiyel etkilerden dolayı metal kaybına uğradığı örneğini vermiştir. Bu bölgelerde katodik korumadaki gelişmeler de kullanılarak koruma sağlanmıştır, fakat daha ileri araştırmalarla benzer sorunların yeniden oluştuğunun gözlemlendiğini belirtmiştir [3].

Synchrony Şirketi'nin bir yayınında içme suyu ve atık su için SCADA kullanımındaki artış ve meyil, ayrıca SCADA tarihi ve teknolojisi ve otomatik su kontrol sistemlerinin tasarım ve uygulaması anlatılmıştır. Bu yayında ayrıca SCADA iletişim yöntemleri ve avantajları açıklanmıştır [4].

T.Gareth, 1997 yılında hazırladığı tezde herhangi bir SCADA sisteminde kullanılabilecek bir arayüz tasarlamış ve bunun Queensland Magnesia Pty Ltd. için bir uygulamasını yapmıştır[5].

A.Kontopoulos ve arkadaşları; Bir toz alüminyum fırını için enerji verimliliğini artırmak amacıyla karmaşık, SCADA temelli bir otomatik kontrol sistemi tasarımı ve yapımı konulu bir makale yayınlamışlardır [6].

Oregon Devleti Çevre Dairesi (State of Oregon, Department of Environmental); 2001 yılında, çevreyi koruyan güvenilir atık madde pompalama sağlamak için standartları yayınlamıştır. Bu standartlar, pompalama istasyonları için tasarlanan standartları ve teknik kriterleri belirtmektedir [7].

M. A. Westhoff, ABD Eyaletleri arasında olan doğal gaz borularının SCADA sistemleri kullanarak işletilmesini anlatmaktadır. Bu işlemler izleme, kontrol ve analiz aşamalarından oluşur [8].

Epicenergy Şirketi tarafından Güney Avustralya'daki doğalgaz boru hatları hakkında bilgiler verilmiş. Çevresel ve kültürel miras, boru hattı verileri, temiz enerji ve boru hattı güvenliği konularına değinilmiştir [9].

B.C. Ezel hazırladığı yüksek lisans tezinde su tesislerindeki SCADA sistemlerine yapılabilecek siber saldırı risk yönetimini incelemiştir [10].

1996 yılında Wilbrooss 'Samalayuca Pipeline Project' isimli projesinde 24 inc kalınlığında 72 km uzunluğundaki doğalgaz borusunu katodik koruma sistemi ile korumuştur. Akış hızı, basınç vb özellikler SCADA sistemi ile kontrol edilmiştir [11].

Zetron kablosuz SCADA sistemini uzak istasyonları ve rafinerileri birleştirmek için kullanmıştır [12].

Zhu ve Nie hazırladıkları makalede; basınç düşmesi durumunda ısı transferinde oluşan değişimleri izlemek ve kontrol etmek üzere bir ağ tasarlamıştır [13].

NASA, Kennedy Uzay Merkezi için hazırladığı Yıllık Raporunda hava ve kara yardım sistemlerinin emir, kontrol ve izleme sistemi raporunu sunmuştur [14].

Alaska Highway Pipeline Inc; Alaska karayolu Boru hattı projesinde merkez ve istasyonlar arasındaki boru kontrolü işlemlerinde SCADA kullanmıştır [15].

Kaliforniya'da 1993 yılında alçak basınçlı boru hatlarının kontrolü için SCADA sistemi kurulmuştur [16].

S. Shute yayınladığı makalede; boru hatlarında gaz basıncı, gaz akış hızı, alarm üretme ve ölçümlerde SCADA sistemi kullanımını anlatmıştır [17].

Literatürde TAPS'ın 1990-2002 yılları arasında Alaska'da yaptığı petrol boru hattı çalışmalarını kronolojik akış şeklinde veren bir ön çalışma bulunmaktadır. Buradan çalışmaları hakkında bilgi almak mümkündür.[18].

Alliance Ltd. Firması korozyon kontrol sistemi ve hatların izlenmesi için SCADA sistemini kullanmıştır [19].

Goodfellow su dağıtım sisteminde su basıncının kontrolü ve tank su seviyesinin izlenmesi için SCADA sistemini kullanmıştır [20].

Nova şirketi tarafından etelin gazının borularla taşınmasında SCADA sistemi kullanılmıştır [21]  
Enbridge Technology Inc Şirketi boru hatlarının kontrolü için istasyonlar arasındaki gaz kontrolü, ısı ve sıcaklığı konularında SCADA kullanılması, SCADA ile vana, basınç, voltaj, sıcaklık izlemesi ve kontrolü konularını yayınlamıştır [22].

## **2. IRAK-YUMURTALIK, YUMURTALIK-KIRIKKALE HAM PETROL BORU HATLARI'NIN İNCELENMESİ**

Botaş, Irak-Yumurtalık, Yumurtalık-Kırıkkale Ham petrol boru hatları, tank sahası ve iskelenin incelemesi bir proje kapsamında yapılmış ve aşağıdaki durum belirlenmiştir.

1- Üniteler teknolojik ömürlerini dolmuş olup bu boru hatlarında bulunan teknolojileri çok eskidir. Teknolojik gelişmelerin baş döndürücü bir hızla geliştiği de dikkate alınrsa 18-20 yıl önce yapılmış (2002 yılına göre) ve teknolojisi 25-30 yıl önceye dayanan katodik koruma sistemlerinin bu günkü düzeyi daha iyi anlaşılacaktır. [23]

2- Dış akım kaynaklı katodik koruma sistemlerinin TR ünitesi, anot cinsi ve anot yatağı türü olmak üzere 3 temel elemanı vardır.

i-Bu temel elemanlardan TR üniteleri kesintisiz çalışan elektrik ve elektronik parçalardan oluşan bir sistemdir. Yapılan tespitlerde aynı boru hattında veya aynı tank sahasında bile çok farklı TR üniteleri kullanıldığı görülmüştür. Bir çoğunun üzerindeki ölçü aletleri çalışmamaktadır. Böyle bir ünitenin boru hattına veya tank sahasına vereceği akımı kontrol etmek ve katodik koruma kriterlerini sağlıklı bir şekilde sağlamak pek mümkün görünmemektedir.

ii-Sistemde kullanılan anotlar demir silikon anotlardır. Gelişmiş ülkelerde ve gelişmiş teknolojilerde son beş yıldır artık hiç kullanılmayan bu anotlar kullanım sırasında aşırı yıpranarak eriyen (korozyona uğrayan ) anotlardır. Çalışma zamanları içerisinde yüzeylerinde sürekli korozyon ürünü oluşmakta ve anot giderek artan bir polarizasyona uğramaktadır. Bu durum, hem anot akımını düşürmekte hem de enerji sarfiyatını artırmaktadır. Öyle ki belli bir zaman sonra ya anot akımı boruyu koruyamaz hale gelmekte, yada harcanan fazla enerjinin yıllık maliyeti neredeyse anot maliyetine gelmektedir. BOTAŞ'da yapılan incelemede boru hatları ve tank sahasında her iki durum da görülmüştür [23] .

iii-Anot yatakları anottan çıkan akımın zemine homojen bir şekilde geçişini sağlayan elektrolitik iletkenlerdir. Uygulamada bu malzemeler petrol koku veya metalurjik kok olmaktadır. BOTAŞ boru hatlarında elektrolitik iletken olarak metalurjik kok kullanılmıştır. Bu malzemeler üzerinden oksitleyici (yakıcı) anodik akım geçtiğinden tasarım ömürleri sonuna doğru fazla oksitlenerek akımı geçiremez hale gelmekte veya direnç oluşturarak akım maliyetini artırmaktadır. Anot yataklarının tasarımlarında zemin rezistivitesine bağlı olarak kabul edilen direnç değerleri vardır. Halen çalışmakta olan anot yataklarında bu direnç değerleri tasarım değerlerinin 5-10 katına çıkmıştır. Bu koşullarda bir kısım anot yatakları akım veremez hale gelmişler, bir kısım anot yatakları da enerjiyi çok daha pahalıya sağlar duruma gelmişlerdir.

3-Anot yatakları tipi olarak da yatay anot yatağı uygulanmıştır. Bu anot yataklarının en önemli dezavantajları;

i-Meteorolojik şartlardan etkilenmeleri, çevre metalik yapıların korunan yapı üzerindeki interferans etkileri oluşur.

ii-Özellikle Güneydoğu Anadolu'nun kurak ve sıcak geçen yaz mevsimlerinde bu anot yataklarının olumsuz etkilenmemeleri mümkün değildir.

iii-Tank sahasında yapılan anot yataklarının da diğer metalik yapılar üzerindeki olumsuz etkisi kaçınılmazdır.

TR ünitelerindeki kontrol sistemleri el ile kontrollü yapıdadır. Bu sistemlerde hiçbir otomasyon ve bilgi depolama sistemleri yoktur. Durumun böyle olması nedeniyle;

1- Boru hattı akım ihtiyacında oluşacak değişikliklere göre TR üniteleri akımı ayarlayamamaktadır.

2- TR ünitesinde bir arıza oluştuğunda o ana kadarki veriler kaydedilmediği için arıza sebebi belirlenememekte ve kalıcı bir tamir de yapılamamaktadır.

3- Bu koşulların devam etmesi halinde boru hattı her an Şekil 5.'de görüldüğü gibi yetersiz korumaya veya aşırı korumaya geçebilmektedir.

4- Tank iç yüzeylerindeki katodik koruma sistemi hem teknik olarak hatalı hem de son derece yetersizdir.

Boru hattı üzerinde yaklaşık her km'de bir adet ölçü kutusu mevcuttur. Ancak bu ölçü kutuları da çok çeşitli tipte ve hepsi fazla yıpranmış durumdadır. Bu ölçü kutularındaki kablo bağlantılarının yeniden yapılması ve ölçü kutularının tamir ve bakımlarının yapılması yenilerinin yapılmasına eşdeğer durumdadır.

Pilot bölge olarak Ceyhan-Yumurtalık Tank Sahası seçilerek yapılan uygulamada aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

### 3. CEYHAN-YUMURTALIK TANK SAHASINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER

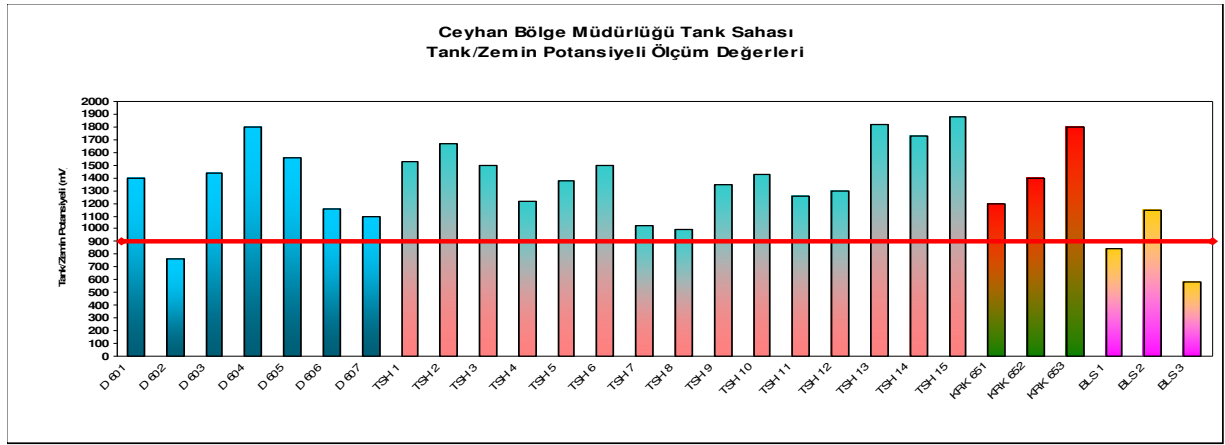
TANK : D TANKLARI  
Yer : Ceyhan Bölge Müdürlüğü Tesisleri  
Tarih : Nisan-2002  
Poz No : D 601  
Türü : Hava Soğutmalı

Ceyhan-Yumurtalık Tank Sahası'ndan alınan D tankları için bir örnek yukarıda verilmiş olup ölçüm değerlerinin tamamına göre çizilmiş grafik Şekil 5.' de (Ceyhan Bölge Müdürlüğü Tank Sahası Tank/Zemin Potansiyeli) görülmektedir.

Tablo 1. Bir TR ünitesinin durum kartı

	Mevcut durumu	Son bırakılan durumu
TR Ünitesi durumu	Çalışıyor.	Çalışıyor.
DCV, volt	17,5	17,5
DCA, amper	19,5	19,5
Tank/Zemin potansiyeli, mV, ( on ) (Cu/CuSO4 ref. elektroda göre)	-1400	-1400

İskelede bulunan TR üniteleri de hem teknoloji hem de yapı olarak ekonomik ömürlerini doldurmuşlardır. Bu TR ünitelerinin de yeni teknoloji ürünü olan tipleriyle değiştirilmesi uygun olacaktır. Ayrıca iskelenin de boru hatları ve tank sahasına uygulanacak uzaktan algılama ve kontrol sistemi (SCADA Sistemi) ile otomasyona bağlanması gerekmektedir. Römorkörlerde uygulanmış olan katodik koruma sistemi koruma görevini yerine getirmektedir. Ancak yine bu günkü teknolojiye kullanılması hemen hemen terkedilmiş olan çinko anot kullanılmıştır.



Şekil 5. Ceyhan Bölge Müdürlüğü Tank Sahası Tank/Zemin Potansiyeli Grafiği

Yukarıda detaylı olarak açıklanan durumun devam etmesi halinde boru hattı her an yetersiz korumaya\* (D 602 ve BLS 3 gibi ) veya aşırı korumaya\*\* (D 604 ve TSH 13 gibi ) maruz kalacaktır. Bu durumda ya borular korozyona uğrayacak ya da dış akım kaynaklı koruma maliyeti gereğinden fazla olacaktır.

Bunun için boru hattına veya metalik yapıya yeni teknolojiye uygun bir sistem kurulması bu çalışma ile belirlenmiştir. Sistem için öneriler sonuç kısmında verilmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Metalik yapılar (depolama alanları, taşıma ve dağıtım hatları vb.) çevresel etkilerle (toprak, su, hava, vb) korozyona uğrarlar ve bu sebeple büyük ekonomik değeri olan tesislerde kayıp ve kazaların oluşmasına sebep olurlar. Bu yapıların korozyondan korunması için boya, tasarım şekli, inhibitör, anodik koruma, katodik koruma

gibi korozyondan korunma yolları vardır. Bunlar içinde en etkilisi dış akım kaynaklı katodik korumadır. Türkiye ve Dünya'daki tesislerin çoğu bu yöntemle korunmakta ancak bu tesislerin çoğunda da otomasyon bulunmamaktadır. Böyle olunca da arızalardan zamanında veya hiç haberdar olunamamakta, haberdar olunsu bile arıza zamanında veya kalıcı olarak giderilememektedir. Ayrıca dış akım kaynaklı katodik koruma sistemlerinin temel elemanı olan TR ünitelerinin çoğunda halen varyak veya tristör kullanılmaktadır. Bu elemanların gürültüleri fazla, cevap verme süreleri uzun, eşik seviyeleri yüksektir. Bu sebeple korudukları tesisleri tam olarak koruyamamakta, hatta bazen zarar verebilmektedirler. Sistemleri 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.

TR ünitesinin katodik koruma amacıyla petrol boru hatlarına uygulanabilirliği için pilot bölgenin incelenmesinden elde edilen bulgular ve bunlara ilişkin sonuçlar detaylı olarak açıklanmıştır. Pilot bölge olan

\* -800 mV't'un altındaki katot gerilimleri

\*\* -1,5 Volt'un üzerindeki katot gerilimleri

Botaş Irak-Yumurtalık, Yumurtalık-Kırıkkale boru hatları, tank sahası ve iskele için tarafımızdan önerilen çözümler aşağıdadır.

- Tüm sistemdeki ölçü kutularının aynı tip ve modelde olması için tamamının değiştirilmesi gerekmektedir.
- Silikon anotların tamamı titanyum anotlarla değiştirilmelidir.
- Anot yatağı malzemesi yeni teknolojiye uygun seçilmelidir (petrol koku...).
- Anot yatağı tipleri, daha pahalı maliyetli olmasına rağmen dikey anot yatağı seçilmelidir.
- Tüm sistem otomasyona geçirilmelidir
- Tank iç yüzeylerindeki katodik koruma sistemlerin dual anotlu katodik koruma sistemleri ile değiştirilmesi gerekmektedir.
- Botaş, Irak-Yumurtalık, Yumurtalık-Kırıkkale boru hattı üzerindeki ölçü kutularının tamamının her 5 km de bir konulmak suretiyle azaltılarak değiştirilmesi gerekmektedir
- İskelede bulunan TR ünitelerinin de yine yeni teknoloji ürünü olan tipleriyle değiştirilmesi uygun olacaktır. Ayrıca iskelenin de boru hatları ve tank sahasına uygulanacak uzaktan algılama ve kontrol sistemi (SCADA) ile otomasyona bağlanması gerekmektedir.
- Römorkörlerin havuzlanması sırasında kullanılan aşınmış ve teknolojileri eskimiş anotlar yerine performansları daha yüksek olan İndiyum alaşımlı alüminyum anotların kullanılması yararlı olacaktır.
- Sistemdeki alt yapı değişiklikleri yapılmalı ve tüm sistemler teknolojik yenileriyle değiştirilmelidir.

Başlangıçta oldukça pahalıya mal olacak bu sistem sağlayacağı avantaj ve korumayla belli süre içinde kendisini amorti edecektir. Bunun yanında mal kaybı ve parasal değerle ölçülemeyecek can kaybı kazaları da önlenmiş olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] İnternet:[http://www.willbros.com/fw/main/North\\_America-26.html](http://www.willbros.com/fw/main/North_America-26.html) (25-06-2008)
- [2] "Pipeline Integrity Management in High Consequence Areas (Hazardous Liquid Operators With 500 or More Miles of Pipeline); Final Rule" Federal Register USA, 75378-75390 (2000).
- [3] R. E. Shell, "AC induced corrosion on onshore pipelines, a case history", Stanlow, UK, 775-778 (1999).
- [4] "Trends in SCADA for Automated Water Systems" Synchrony 2-22 (2001).
- [5] T. Gareth, Operator Interface Design for Industrial Control Master Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering University of Queensland, 1-25 (1997).
- [6] A. Kontopoulos ve arkadaşları, "A hybrid, knowledge-based system is a process control 'tool' for improved energy efficiency in alumina calcining furnaces", Applied Thermal Engineering, UK, 17:935-945 (1997).
- [7] İnternet:<http://www.deq.state.or.us/wq/rules/div052/guidelines/desiggnwps.pdf> (25-06-2008).
- [8] İnternet:[http://www.nts.gov/events/symp\\_rec/proceedings/authors/westhoff.htm](http://www.nts.gov/events/symp_rec/proceedings/authors/westhoff.htm) (05-06-2004).
- [9] İnternet:<http://epic.onlinepublicity.net/index.php?id=32> (25-6-2008).
- [10] B.C. Ezel, Risks of Cyber Attack to Supervisory Control and Data Acquisition for Water Supply, Master Thesis, Faculty of the School of Engineering and Applied Science University of Virginia, (1998).

- [11] A.M.Oleoducto "Houston Oil of Colombia", (HOCOL), S.A., MKTG 01\specs\081 (rev. 8- 8- 00) (2002).
- [12] İnternet:<http://www.zetron.com/pages/english/realw/7155> (05-06-2008)
- [13] X.X.Zhu, X.R.Nie, "Pressure drop considerations for heat exchanger network grassroots Design", Computers and Chemical Engineering 26: 1661-1676 (2002).
- [14] F. John, "Research and Technology Annual Report", NASA Kennedy Space Center (28-02-2002).
- [15] İnternet:<http://www.emr.gov.yk.ca/oilandgas/pipelines.html> (25-06-2008).
- [16] İnternet:<http://www.co.monterey.ca.us/planning/docs/ChevronDEIR/7.0%20References%20and%20Resources.pdf> (5-6-2004)
- [17] S. Shute, "Construction, Operation and Maintenance Plan", Pipeline Solutions, Inc 10, 22-38 (2001).
- [18] İnternet:<http://tapseis.anl.gov/documents/index.cfm> (01-07-2008).
- [19] "Alliance selects four-tiered pipe protection program", Alliance 69-70 (2000).
- [20] İnternet:[http://www.desc.dla.mil/DCM/Files/attachJ9\\_29.pdf](http://www.desc.dla.mil/DCM/Files/attachJ9_29.pdf) (05-06-2004)
- [21] "We Care About The Safety Of Our Neighbours And Landowners", NOVA Chemicals Corporation, 707-709 (1992).
- [22] İnternet:<http://www.enbridge.com/about/enbridgeCompanies/international/enbridge-technology.php> (03-07-2008)
- [23] A. Biçer, T.Koç, H.İşık, M.A.Akçayol ve diğerleri, "Irak-Yumurtalık, Yumurtalık-Kırıkkale Ham Petrol Boru Hattı Rehabilitasyonu Raporu", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2-600 (2003)

