

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞALGAZ DAĞITIM HATLARINDA KOROZYON
HASARLARININ İNCELENMESİ

Müh. A. Sait KELEŞ

F.B.E Makine Müh. Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı

: Prof. Necati TAHRALI

prof. Dr. Ahmet Topuz

Prof. Dr. İsmail Taha

İSTANBUL, 2001

106372
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTIMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. İSTANBUL GAZ DAĞITIM ŞEBEKE HATLARI.....	2
2.1 Genel	2
2.2 Doğal Gaz Şehir Girişi Ve RMS (Regulating & Metering Station) İstasyonları	2
2.3 Şehir İçi Ana Dağıtım Hatları.....	4
2.4 Bölge Regülatör İstasyonları	4
2.5 Servis Kutu ve Regülatörleri	4
2.6 Bina Bağlantı Hatları.....	5
2.7 Kolon ve Tüketim Hatları.....	6
2.8 Kapama ve Kontrol Vanaları.....	6
3. KANADA ENERJİ NAKİL HATLARINDA YAPILAN GKÇ ARAŞTIRMASI. 7	
3.1 Genel	7
3.2 GKÇ Tanımı	8
3.2.1 Klasik GKÇ	8
3.2.2 Klasik olmayan GKÇ	9
3.3 GKÇ'nin Başlamasına Neden Olan Faktörler	9
3.4 Doğal Gaz Boru Hatlarında GKÇ Araştırma Metodolojisi.....	10
3.4.1 Bölge belirleme.....	10
3.4.2 Zemin ve kaplama durumlarının belirlenmesi ve dokümantasyonu	11
3.4.3 Boru hattındaki korozyon artıklarının dokümantasyonunun oluşturulması	12
3.4.4 Kaplama üzerindeki topraktan pH ölçümlerinin alınması ve kaydedilmesi.....	12
3.4.5 Tanıtıcı ve optimal numune alınması (korozyon artıkları ve elektrolitler)	13
3.4.6 Boru yüzeyinin temizliği	13
3.4.7 GKÇ için tahribatsız muayenelerin gerçekleştirilmesi	13
3.4.8 Bulunan korozyon kolonilerinin uzunluğunun, derinliğinin ölçülmesi	13
3.5 GKÇ'ye Karşı Alınacak Önlemler.....	14
3.5.1 Uygun işletme basıncı	15
3.5.2 GKÇ yönetim programı.....	15
3.5.3 Dizayn değişiklikleri	15

3.5.4	Araştırma	16
3.5.5	GKÇ bilgi bankası.....	16
3.5.6	Acil çağrı denemeleri gerçekleştirme	16
3.5.7	Bilgi paylaşımı.....	16
4.	İGDAŞ BİNA BAĞLANTI HATLARINDA YAPILAN KOROZYON TESPİT ARAŞTIRMASI	17
4.1	Genel	17
4.2	Çalışma Metodolojisi	17
4.2.1	Bölge seçimi	17
4.2.2	İşletme bölgelerinden çalışma yapılacak tesisatların tespiti.....	17
4.2.3	Kazı çalışması metodolojisi.....	18
4.3	Toprak İle İlgili Alınan Ölçümler ve Bu Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	19
4.3.1	Wenner cihazı ölçümleri	19
4.3.2	pH Metre Ölçümleri	21
4.4	Bina Bağlantı Hattı Yapım Karakteristiklerinin Uygunluğunun Kontrolü	21
4.5	Kaplama İle İlgili Yapılan Ölçümler	22
4.6	Boru Yüzeyinde Yapılan Muayeneler.....	22
4.6.1	Ultrasonik cihazla et kalınlığı ölçülmesi.....	22
5.	SONUÇLAR.....	23
5.1	Genel	23
5.2	Wenner Cihazı Ölçüm Sonuçları	29
5.3	pH Metre Ölçüm Sonuçları	31
5.4	Bina Bağlantı Hattı Yapım Karakteristiklerinin Uygunluğunun Kontrol Sonuçları	31
5.5	Kaplama İle İlgili Yapılan Ölçümler	32
5.6	Tahribatsız Muayene Ölçüm Sonuçlarının Grafikselsel Olarak Gösterimi (Bölgesel)	32
	KAYNAKLAR.....	41
	EKLER.....	42
	Ek 1 Bölge haritası (kazı noktaları)	43
	Ek 2 Yıldız Teknik Üniversitesi raporu	44
	ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGE LİSTESİ

a	Elektrot açıklığı
R	Wenner cihazından okunulan direnç
ρ	Zemin elektrik özgül direnci



KISALTMA LİSTESİ

DIN	Deutsches Institut Für Normung
GKÇ	Gerilmeli Korozyon Çatlağı
İGDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
MPI	Magnetic Particule Inspection (Manyetik Partikül Araştırması)
PE	Polietilen
RMS	Regulating&Metering Station (Regülasyon ve ölçüm istasyonu)
TS	Türk Standardı



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 RMS istasyonu	3
Şekil 2.2 Bölge regülatör istasyonu	4
Şekil 2.3 Servis kutusu ve servis regülatörü.....	5
Şekil 3.1 GKÇ örneği.....	8
Şekil 4.1 Wenner cihazı.....	19
Şekil 4.2 Wenner cihazı ile ölçüm alınması	20
Şekil 4.3 pH metre	21
Şekil 4.4 %50 Bindirmeli sargı ve boru gömme detayı	21
Şekil 4.5 Holiday izolasyon detektörü ile ölçüm yapılması.....	22
Şekil 5.1 Saha çalışma raporu örneği (Yeşilköy şebeke şefliği).....	24
Şekil 5.2 Saha çalışma raporu örneği (Aksaray şebeke şefliği).....	25
Şekil 5.3 Saha çalışma raporu örneği (Yenibosna şebeke şefliği).....	26
Şekil 5.4 Saha çalışma raporu örneği (Aksaray şebeke şefliği).....	27
Şekil 5.5 Saha çalışma raporu örneği (Güngören şebeke şefliği).....	28
Şekil 5.6 Korozif toprak yapısında hasar durumu	30
Şekil 5.7 Orta korozif toprak yapısında hasar durumu.....	30
Şekil 5.8 Korozif toprak yapısında hasar durumu (yıllara göre dağılım).....	31
Şekil 5.9 Orta korozif toprak yapısında hasar durumu (yıllara göre dağılım).....	31
Şekil 5.10 Yeşilköy şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi... 33	
Şekil 5.11 Halkalı şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi..... 34	
Şekil 5.12 Aksaray şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi.... 35	
Şekil 5.13 Yenibosna şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi 36	
Şekil 5.14 Bakırköy şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi.... 37	
Şekil 5.15 Güngören şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi. 38	
Şekil 5.16 Avcılar şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi ... 39	
Şekil 5.17 Fatih şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel olarak gösterimi 40	

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Doğal gaz boru karakteristikleri.....	6
Çizelge 4.1 Zeminlerin elektrik özgül direncine göre sınıflandırılması.....	19



ÖNSÖZ

Günümüzde diğer enerji kaynaklarına oranla kullanımı daha rahat ve ucuz olan doğal gazın yaygınlaşması ile birlikte önemli şebeke problemleri de kendini göstermeye başlamıştır. Bu problemlerden biri de ekonomik kayba ve güvenlik zafiyetine neden olan korozyon hasarlarıdır.

Bu tez çalışması, yer altı doğal gaz boru hatlarında oluşan korozyon hasarlarının incelenmesi ve hasar oluşumunu azaltıcı önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu tez çalışması boyunca sabırla beni yönlendiren ve destekleyen sayın hocam Prof. Necati TAHRALI ve yine zaman zaman bilgisine başvurduğum hocam Prof.Dr. Ahmet TOPUZLU'ya teşekkürü bir borç bilirim

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde çok önemli katkıları olan İGDAŞ Genel Müdürü Prof.Dr. Necdet ARAL ve AR-GE Müdürü Recep KIRLI'ya , bölgesinde gerçekleşen bu çalışmaya her türlü desteği veren İstanbul Bölge Müdürü K.Levent TÜFEKÇİ'ye ve şahsında tüm İstanbul Bölge Müdürlüğü Personeline teşekkür ederim.

Bu çalışmamı tamamlamadaki ısrar ve desteği ile her zaman yanımda olan annem Zehra KELEŞ' e teşekkür ederim.



ÖZET

Çalışmanın birinci bölümünü oluşturan , araştırmanın amacını, önemini ve daha önce yapılan çalışmaları anlatan Giriş bölümünden sonra ikinci bölümde İstanbul ili doğal gaz hatları hakkında genel bilgi verilecek ve özellikle çalışmanın odak noktası olan bina bağlantı hatları tanıtılacaktır. Üçüncü bölümünde ise Kuzey Kanada'da gerçekleştirilen çalışma geniş bir şekilde anlatılacak ve bir çalışma metodolojisi ortaya konulmaya çalışılacaktır. Dördüncü bölümde, İGDAŞ dağıtım hatlarında gerçekleştirilen çalışmanın metodolojisi anlatılacak ve saha etütlerinde kullanılan tahribatsız muayene yöntem ve araçları hakkında bilgiler verilecektir. Saha çalışmalarının sonuçları beşinci bölümde verilecektir.

Anahtar Sözcükler: Korozyon, Doğalgaz, Boru Hattı, Gerilmeli Korozyon Çatlağı



ABSTRACT

The objective of this study is to examine corrosion types and damages due to corrosion that can be seen on underground natural gas pipelines. In the first part, the objective and importance of this study are introduced and previous studies about this topic are explained. Next in the second part the natural gas network in Istanbul city is generally presented and building connection lines on which this study focuses, are clarified. In the third part the study which was done in North Canada is explained thoroughly and so a methodology for a study on this topic is introduced. Then in the fourth part the methodology for our study in distribution lines of İstanbul Gas Distribution co., İGDAŞ is explained and information about nondestructive testing methods and equipment on site researchs is given. Results obtained by works on site are informed in the fifth part.

Keywords: Corrosion, Natural Gas, Pipe Line, Stress Corrosion Cracking



1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasının ana amacı korozyon nedeniyle hasara uğramış ve servis dışı kalmış doğal gaz bina bağlantı hatları üzerinde çeşitli tahribatlı muayeneler uygulayarak bazı mukavemet değerlerine ulaşmak ve ulaşılan bu değerler yardımıyla bir ömür analizi gerçekleştirmektir. Çalışma alanı olarak İstanbul ili genelinde gaz dağıtımını yapan İGDAŞ 'ın şebeke hatları seçilmiştir. Fakat uygulama alanı olarak seçilen İstanbul genelinde korozif etki sonucu servis dışı kalmış çok az sayıda tesisatın varlığı çalışmayı, mevcut servis dahilinde çalışır vaziyette olan doğal gaz boru hatlarına belirli bazı tahribatsız muayeneler uygulama suretiyle elde edilen veriler ışığında korozyon hasarlarını tespit noktasına getirmiştir. Bu çalışmada Kuzey Kanada doğal gaz ana hatlarında J.E.Marr Ltd. Şirketi tarafından gerçekleştirilen araştırma yöntemleri, metodoloji olarak benimsenmiş ve uygulanmaya çalışılmıştır.



2. İSTANBUL GAZ DAĞITIM ŞEBEKE HATLARI

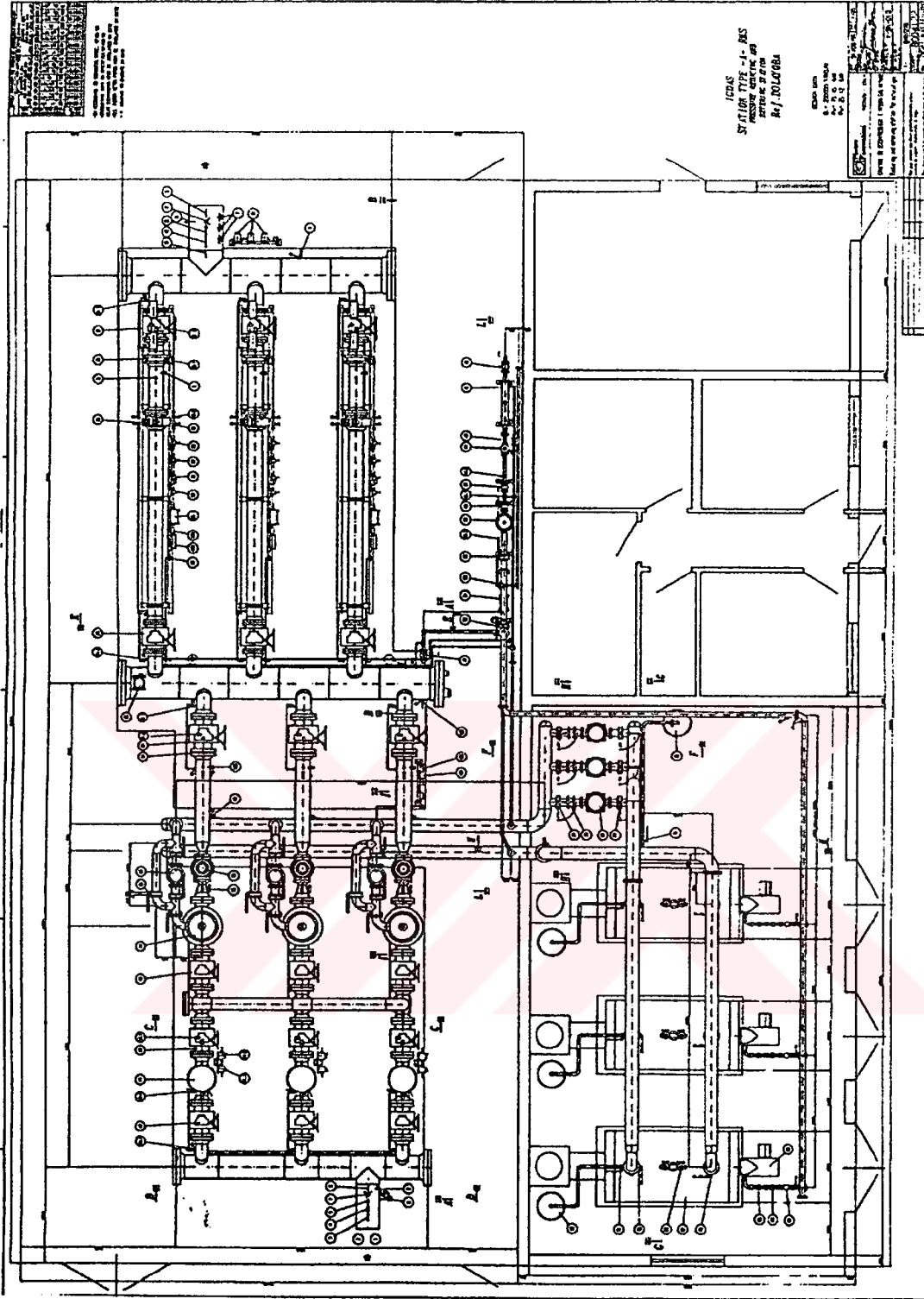
2.1 Genel

Bu bölümde İstanbul genelinde gaz dağıtım görevini üstlenen İGDAŞ'nin şehir içi gaz dağıtım hatları tanıtılacaktır. Özellikle tez çalışmasına konu olan bina bağlantı hatları bütün özellikleriyle bu bölümde anlatılacaktır. Şehir girişinden son kullanıcıya kadar olan İstanbul gaz dağıtım hatları şu şekilde sıralanabilir;

2.2 Doğal Gaz Şehir Girişi Ve RMS (Regulating & Metering Station) İstasyonları

Botaş tarafından çelik boru hatları ile şehir girişine getirilen doğal gazın ilk uğrak yeri RMS istasyonlarıdır. Bu istasyonlar gazın basıncının düşürüldüğü, filtre edildiği, miktarının tespit edildiği, kokulandırıldığı kombine işletmelerdir. 40 ila 70 bar basınçta istasyona giriş yapan gaz 20 bar civarında bir basınçla istasyondan çıkar ve İGDAŞ şebeke hattına dahil olur.





Şekil 2.1 RMS istasyonu

2.3 Şehir İçi Ana Dağıtım Hatları

RMS istasyonundan 20 bar basınçla çıkan gaz bölge regülatör istasyonlarına kadar şehir içi ana dağıtım hatları ile taşınacaktır. 4 ila 36 inch arası çaplara sahip bu hatlar çelik boru hatlarıdır. Bir kısmı Asfalt- epoksi kaplamalı, bir kısmı ise fabrika üretimi kaplamalı olarak kullanılan bu hatlar ayrıca katodik koruma ile korozyona karşı korunmuştur.

2.4 Bölge Regülatör İstasyonları

Şehir içi ana dağıtım hatları 20 bar basınçta taşınan doğal gazın bir sonraki uğrak yeri, tekrar bir filtrasyon ve regülasyon işlemine tabii tutulacağı bölge istasyonlarıdır. Bölge istasyonlarında 4 bar basınca düşürülen doğal gazın bölge istasyon çıkışları PE boru hatları ile yapılmaktadır. 20, 32, 63, 110 ve 125 mm çaplarındaki PE boru hatları ile gaz İGDAŞ şebekelerinde en son filtrasyon ve basınç düşümüne uğrayacakları servis kutularına taşınırlar.



Şekil 2.2 Bölge regülatör istasyonu

2.5 Servis Kutu ve Regülatörleri

İGDAŞ'nin şebeke hatlarının son noktasıdır. PE boru hatları 4 bar basınçta servis kutularına gelen gaz mevcut bulunan gaz regülatörüne PE olarak giriş yapar, filtre edildikten ve basıncı 21 mbar veya 300 mbar düşürüldükten sonra regülatörden çelik boru hattı olarak çıkış yapar.

İGDAŞ servis regülatörlerinin çıkışına kadar olan hatların inşaa ve işletmesini kurum olarak kendi yaparken, regülatör çıkışı hatların sadece kontrol ve işletimini gerçekleştirilir. Regülatör



Şekil 2.3 Servis kutusu ve servis regülatörü

sonrası hatlar kullanıcı tarafından yine İGDAŞ'ın yetki verdiği müthahit firmalar tarafından yaptırılır.

2.6 Bina Bağlantı Hatları

Bina bağlantı hatları servis regülatörü çıkışı ile bina girişindeki ana kesme vanasına kadar olan çelik hatlardır. Genel itibariyle servis kutusundan çıkış yaptıktan sonra yerin durumuna göre kısa veya çok uzun toprak altı geçişlere sahip olan bu hatlar 1 ila 4 inch arasında çaplara sahip TS6047 standardına uygun dikişli çelik borulardır. Toprak altı geçişleri DIN 30670 normuna uygun olarak primer astar boya üzerine DIN 30672 normuna uygun polietilen bant sarğı ile korozyona karşı korunmuş bu hatlarda katodik koruma yoktur. Hattın taşıdığı gaz basıncı 21 mbar veya 300mbar'dır. Her ne kadar 2000 yılı itibariyle İGDAŞ bu hatlarda bant sarğı yerine sıcak sarğı ve katodik koruma şartları getirdi ise de halen yukarıdaki şartlarda işletmede olan yaklaşık 226.000 adet hat vardır.

Çizelge 2.1 Doğal gaz boru karakteristikleri

DOĞALGAZ BORULARI

STANDART DOĞALGAZ BORUSU ÜRETİMİ			
Dış Çap		Et Kalınlığı mm	Test Basıncı kg/cm ²
inç	mm		
1/2	21.3	2.80	48
3/4	26.7	2.90	48
1	33.4	3.40	48
1 1/4	42.2	3.60	83
1 1/2	48.3	3.70	84
2	60.3	3.90	161
2 1/2	73.0	5.20	172
3	88.9	5.50	154
4	114.3	6.00	152
5	141.0	6.60	135
6	168.3	7.10	123
8	219.1	8.18	108
10	273.0	9.27	99
12	323.9	9.50	86

2.7 Kolon ve Tüketim Hatları

Bina girişindeki ana kesmeden kullanım yapılacak cihaza kadar olan hatlardır. 1/2 ila 3 arasında değişen bu hatlar TS6047 uygun ve toprak teması olmayan çelik hatlardır.

2.8 Kapama ve Kontrol Vanaları

İşletmenin çeşitli bölümlerine dağılmış vaziyette acil durumlarda gaz kesme elemanı olarak kullanılan çelik ve PE vanalarda mevcuttur.

3. KANADA ENERJİ NAKİL HATLARINDA YAPILAN GKÇ ARAŞTIRMASI

3.1 Genel

GKÇ kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'da çeşitli büyüklük ve sayılarda çelik boru hatlarında vuku bulan bir prosestir. Büyüklük ve çeşitliliğinin kontrolü oldukça güç olan ve tek bir faktöre bağlı olmayan oldukça kompleks bir prosestir. Kanada boru hatlarındaki GKÇ olayı da ciddi bir sorundur. Kanada enerji hatlarında 1977 yılından beri GKÇ'nin neden olduğu 22 boru hattı hasarı vardır. Gaz ve sıvı boru hatlarında görülen bu hasarların 12 adeti kopma 10 adedi ise delinmedir. GKÇ ile ilgili olarak Trans Canada Pipe Lines Limidet'in öncülüğünde ilk ön araştırmalara 1993 yılı da başlamıştır. Bu araştırmalarla problemin büyüklüğünü göz önüne alan ve bu problemden etkilenmiş boru hattı şirketleri tarafından GKÇ ile ilgili durumların kontrol altına alınmasını sağlamıştır.

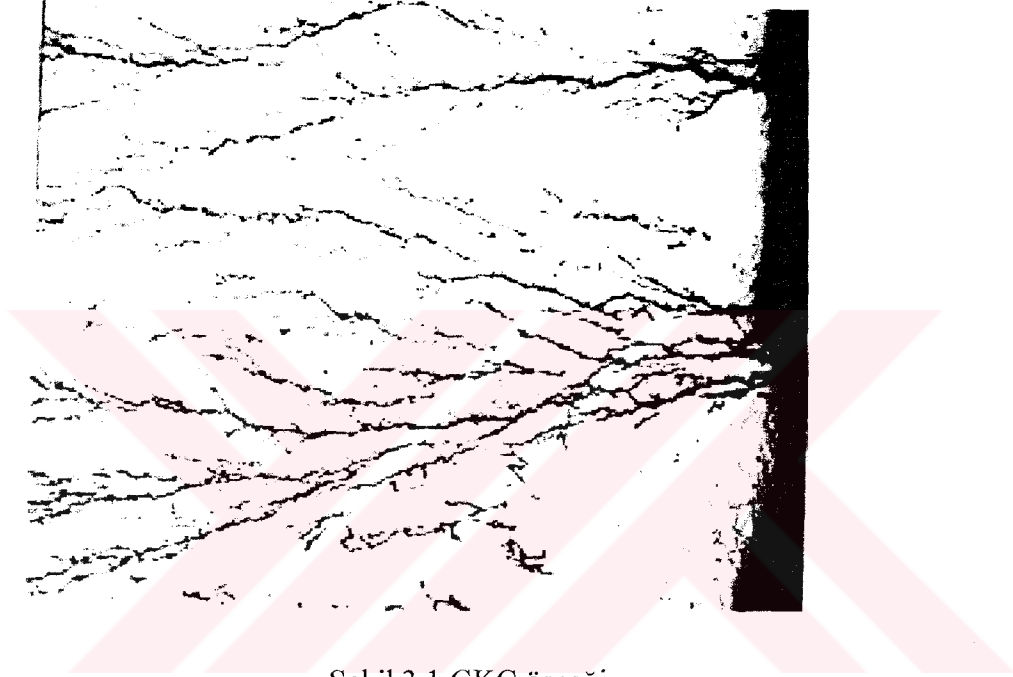
Buna rağmen Trans Canada boru hattı sisteminde 1995 yılının şubat ve temmuz aylarında iki büyük kopma ve yangın meydana gelmiştir ki bu olaylardan sonuncusunun olduğu bölgede GKÇ oluşumunun olmadığına inanılmaktaydı.

Bu iki boru hattı hasarı, GKÇ'nin tabiatının bilinenden daha yayılcı olduğunu kanıtlamaktaydı ve araştırmaların GKÇ konusunda yeni kavramlar ortaya çıkaracağına farkında olunarak ağustos 1995 ana araştırmalara başlanmıştır. 13 üyeli Kanada Enerji Boru Hatları Birliği(CEPA) 1996 yılını kapsamak üzere GKÇ araştırmaları için 4.8 milyon dolar GKÇ ile ilgili bakım giderleri için ise 30 milyon doların üzerinde harcama yapmayı planlamıştır. Trans Canada ise yalnızca kendi başına GKÇ yönetim programı için 1985'den bu yana 202 milyon dolar harcama yapmıştır. GKÇ'nin tespiti için şu ana dek uygulanabilirliği olan tek yöntem gömülü borunun toprakaltından çıkarılarak çeşitli muayenelere tabii tutulmasıdır. Fakat hat içi muayene yöntemlerinin gelişimi çok yakında bu durumu değiştirecektir. Bu kadar çabanın sonucunda GKÇ ile ilgili cevaplar için tatminkar prosesler geliştirilmiştir. Sistemik bir tarzda kullanıldığında GKÇ yüzünden oluşacak hasar oranlarını azaltıcı etkili araçlar geliştirilmiştir.

Bu araştırmadan elde edilecek tecrübe ve uzmanlıklar Kanada boru hatları dışındaki diğer ülkelere de ulaştırılmıştır. Kanada'daki GKÇ durumları ve sonuçları ile ilgili olarak dünyada gerçekleştirilen ilk ve en kapsamlı çalışma olan bu çalışmadan elde edilen bilimsel ve teknik bilgilerin Kanada dışında da kullanılması mümkündür.

3.2 GKÇ Tanımı

Boru hatlarında GKÇ, gömülü boruların dış yüzeyinde küçük çatlakların gelişimi ile başlar. Bu çatlakların başlangıçta gözle görülmesi mümkün değildir ve çatlak yönleri aynı olmak üzere genellikle topluluk halinde bulunurlar. Belli bir zaman periyodu içinde bu tekil çatlaklar genişleyip, derinleşerek, diğer çatlaklar ile birleşip büyük bir çatlak şekli alırlar. GKÇ'lar gelişim hızının yavaş olduğu durumlarda, herhangi bir probleme neden olmadan yıllarca boru hattı üzerindeki varlıklarını sürdürebilirler. Fakat çatlak yeterli büyüklüğe ulaştığında, boru hattının delinmesi veya kopması sonucu doğacaktır.



Şekil 3.1 GKÇ örneği

Genellikle, değişik karakteristikler gösteren iki tür GKÇ'ye rastlanmıştır;

3.2.1 Klasik GKÇ

GKÇ'nin klasik formu genellikle yüksek pH (8.5 ile 11 arası) 'lı elektrolite sahip ve kompresör istasyonlarından sonraki yaklaşık 12 millik bir alan içinde gaz taşınım hatlarında gözlemlenir. Bu bölgelerin tipik özellikleri, yüksek işletim sıcaklığı ve tipik basınç değişimleridir. Çatlak gelişiminin artması sıcaklıkla üstsel bir artış gösterir ve bikarbonatlı bir çevrede elektro kimyasal özellikleri dar bir alanda sınırlanır. Genellikle klasik GKÇ, kuru ve etkili bir katodik koruma uygulamasının gerçekleştirilemediği toprak durumlarında bozuk sargının altında oluşur.

3.2.2 Klasik olmayan GKÇ

Klasik olmayan GKÇ, düşük(doğala yakın) pH derecelerinde ve kompresör istasyonlarına uzaklığı 75 mili bulan bir çevrede koloniler halinde oluşan yeni bir GKÇ formudur. Çatlaklar seyredik bikarbonat solüsyon içinde (pH 6 ila 8.5) çok dar bir elektro kimyasal potansiyelin üzerinde oluşur. GKÇ hem boylam hem de kuşak kaynak bölgelerinde görülürler. Klasik olmayan GKÇ transgranül ve karışık motda çatlaklar oluştururken, ayırt edici bir özellik olarak klasik GKÇ intergranül bir şekil oluşturur.

3.3 GKÇ'nin Başlamasına Neden Olan Faktörler

GKÇ'nin tam anlaşılabilmesi için halen bir çok çalışma sürdürülmekle birlikte, bulgular GKÇ'nin üç parametrenin(durumun) birbirleri ile kompleks etkileşimleri sonucu başladığını göstermiştir. Bunlar;

Boru yüzeyindeki çevresel etki

Kolay etkilenen(dayanıksız) boru malzemeleri

Gerilme etkisi.

Her üç parametrede GKÇ'nin bulunduğu yerde mutlak vardır.

Toprak çeşitliliği ve yeraltı sularının özellikleri boru yüzeyindeki çevresel etkinin oluşumunda rol oynar. GKÇ'nin başlaması için boru kaplamasının ve katodik korumanın bozulmuş olması gereklidir.

Youngstown tarafından üretilen ve Trans Kanada boru hattı sisteminin güney Ontario bölgesinde kullanılan boru çeliği GKÇ'ye karşı dayanıksız bulunulmuştur.

İşletme basıncı, gerilme etkisinin oluşumunda normal olarak temel paya sahiptir. Saha bilgileri ve laboratuvar çalışmaları göstermiştir ki çatlakların başlamasında ve belki de gelişim oranı üzerinde gerilme değerinin etkisi vardır. Gerilme seviyelerindeki iniş ve çıkışlar ve bu gerilmelerin değişim oranının (GKÇ'nin başlamasında) rol oynadığı da söylenebilir. Yinede, yapılan önemli araştırmalara rağmen Gerilme etkisinin GKÇ üzerindeki etkileri hakkında kayda değer bilgilerimiz sınırlıdır ve bazı durumlarda çelişkiler göstermektedir.

Gerçekte, araştırmalar GKÇ başlangıcına veya hasar oluşturacak gelişimine neden olacak gerilme eşiğini belirleyememişlerdir.

Sonuç olarak, her üç parametrede, Kanada boru sistemlerinin küçük bir bölümünde tespit

edilen önemli GKÇ'nın var olmasında vazgeçilmez nedenlerdir. Trans Canada, boru hatlarının yalnızca %4'ün önemli GKÇ için hassas olduğunu tahmin etmektedir.

3.4 Doğal Gaz Boru Hatlarında GKÇ Araştırma Metodolojisi

Bölge araştırma prosesi genellikle şu hususları içermelidir;

- Bölge belirleme
- Zemin ve kaplama durumlarının belirlenmesi ve dokümantasyonu
- Boru hattındaki korozyon artıklarının belirlenip dokümantasyonunun oluşturulması
- Kaplama üzerindeki topraktan pH ölçümlerinin alınması ve kaydedilmesi
- Tanıtıcı ve optimal numune alınması (korozyon artıkları ve elektrolitler)
- Boru yüzeyinin temizlenmesi
- GKÇ için tahribatsız muayenelerin gerçekleştirilmesi.
- Bulunan korozyon kolonilerinin uzunluğunun, derinliğinin ölçülmesi
- GKÇ' yi azaltıcı tedbirlerin belirlenmesi. Genellikle her bir işletme şirketi için özel çözümler gerekecektir.

3.4.1 Bölge belirleme

GKÇ bölge seçim prosesi şu dataların incelenmesini gerektirir;

- Eğer daha önce GKÇ nedeniyle kırılma yaşanmış ise buna ait geçmiş bilgilerin belirlenmesi
- Boru hattının dizayn ve işletme parametrelerinin analizi
- Boru hatlarının inşa karakteristiklerinin belirlenmesi
- Toprak konumu, coğrafi konum, benzer bölgelerden elde edilen deneyimler

Endüstriyel deneyimlerin incelenmesi

Klasik olmayan GKÇ bölgeleri için boru hattında geçmişte katodik korumanın yok olduğu – 850'den daha az okunduğu veya potansiyel polarizenin 100 mV daha az olduğu bölgeler incelenmiştir.

Klasik GKÇ bölgeleri için –600 ila 850 mV olan bölgelerde çalışma yapılmalıdır.

3.4.2 Zemin ve kaplama durumlarının belirlenmesi ve dokümantasyonu

Kazının ana amacı, kazı bölgesinin toprak yapısını belirlemektir. jeolojik teknikler kullanarak toprak tipinin tespiti, drenaj durumları ve topografi bu bölümde incelenir. Yine bu bölümde toprak sıcaklığı, potansiyeli ve toprak pH'ı elde edilecek tanıtıcı dataları oluşturacaktır. Zemin durumu, toprak tipini, drenaj ve topografik parametreleri içermelidir. Bu parametrelerin dokümantasyon kriterleri şöyledir;

- Geçmişte yapılan araştırma tecrübeleri, iyi drane edilmiş, kaya çakıl taşı, balçık, kum taşları, asfalt kaplanmış boru hatları için göz önüne alınması gereken GKÇ'ye hassas bölgeler olduğunu göstermiştir.(GKÇ toprak modelinin yokluğu durumu)
- Hangi tür toprak bant sargıyı bozucu ve kötüleştirici bileşimler içeriyor, hangi toprak GKÇ açısından daha hassas bölgeler yaratıyor.
- Mevsimler veya yıllık potansiyelerde iniş ve artış gösteren bölgeler
- Oksijensizliği, oksijenliğine göre daha fazla , fakat uzun zaman periyotlarında her iki durumunda var olduğu bir eğilim gösteren, zayıf drenajlı zemine sahip bölgelerde
- Toprak tipi, boru derinliğinin tespiti, korozyon artıklarının durumu ve yumuşaklık ve sertlik derecesi
- Toprak drenajı, boru derecesinin belirlenmesi, bölgenin belirlenmesi (çevresi ve pozisyonu), toprağın yumuşaklık veya sertlik derecesi, beneklik veya herhangi bir drenaj engelinin olup olmadığı.
- Topografik durumu
- Hat üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, boru üzerindeki metal kaybı kaplamaların bozulduğu bölgelerde oluşmaktadır.
- CP Data Değerlendirilmesi: Polietilen bant kaplaması bir elektrik izolasyonu görevi yaparken epoksi ve kömür katranı kaplamasının elektrik akımına karşı düşük direnci vardır. Polietilen kaplamanın herhangi bir noktadan hasar görmesi, bütün boru yüzeyini elektrik akımına açık hale getirdiği gibi katodik korumayı da bozar.
- Kaplama tipi: Daha çok, polietilen bant kaplamalarda, daha az olmak üzere epoksi ve

kömür katranı kaplamalarda GKÇ görülür. Ekstrüzyon polietilen kaplanmış borularda GKÇ görülmemiştir.

- Kaplama bozulması ile ilgili bilgiler ve klasik GKÇ kompresör istasyonunun 12 mili içinde aranmalıdır.

3.4.3 Boru hattındaki korozyon artıklarının belirlenip dokümantasyonunun oluşturulması

Kaplamanın temizlenmesi ile birlikte korozyon artıkları tanımlanır ve tasnif edilir. Korozyon artıkları renklerine yumuşaklığına ve dağılımına göre sınıflandırılabilirler.

Bölgeden toplanan örnekleri doğrulamak için daha sonra laboratuvar şartlarında XRD ve EDX teknikleri kullanılarak bulgular doğrulanabilir.

Asfalt ve bant kaplamaların altında oluşan korozyon artıkları genellikle şunları içerir;

Beyaz, macun kıvamında demir karbonat ($FeCO_3$)

Beyaz, toz halinde kalsiyum karbonat ($CaCO_3$)

Kavuniçi, toz/tortu halinde demir hidroksit ve demir oksit ($FeO(OH)$, Fe_3O_4)

Nadir olarak asfalt kaplamanın altında organik esaslı yeşil bir film tabakaya rastlanmıştır.

Klasik olmayan GKÇ genellikle siderite ($FeCO_3$) ile birlikte görülür. Klasik GKÇ ise Nacholite ($NaHCO_3$) ve magnetite (Fe_3O_4) ile birlikte görülür ki her ikisinin de doğru ve tam olarak tanımlanması laboratuvar analizi gerektirir.

Korozyon artıklarının kesin olarak tanımlanması gereklidir. Diğer çevresel parametrelerle birlikte, korozyon artıkları GKÇ'nin varlığı veya yokluğu noktasında önemli kanıtlar içermektedir. Ayrıca çevrenin kaplama altındaki etkisi hakkında da bu artıkların incelenmesi ile fikir sahibi olunabilir.

Tecrübe sahibi olmayan personelin korozyon artıklarını görsel olarak tanımlaması mümkün olmayabilir. Sahada renk test kitleri kullanılarak artıkları tanımlamak mümkündür. Laboratuvar analizi diğer bir analiz yöntemidir.

3.4.4 Kaplama üzerindeki topraktan pH ölçümlerinin alınması ve kaydedilmesi

Kaplama altındaki elektrolitin karakteristiğinin ortaya konulabilmesi için bölgeden pH değerleri okunmalı ve kaydedilmelidir. Çünkü laboratuvara ulaşana kadar geçen sürede

elektrolitin atmosferin olumsuz şartlarından veya devam eden kimyasal çalışmalardan etkilenerek bozulma şansı yüksektir. Bununla birlikte laboratuarda yapılan hassas pH ölçümleri GKÇ prosesi hakkında yararlı bilgiler sağlamaktadır. Klasik GKÇ’de elektrolit pH değeri 8,5-10 arasında bulunurken, klasik olmayan GKÇ’ de bu değer 6 ile 8,5 arasındadır.

3.4.5 Tanıtıcı ve optimal numune alınması (korozyon artıkları ve elektrolitler)

Toprak ve yer altı sularından alınacak numuneler önemlidir. Toprak örnekleri boru hattına en yakın noktadan, mümkünse kaplama üzerinden veya kaplamanın bozulduğu bölgeden alınmalıdır.

Yeraltı sularının analizi, katodik korumanın kaplama altındaki başarısını (bozulmuş kaplama için) tanımlayabilir. Su örneği kazı mahallinden alınmalıdır. Kazı mahallinden alınacak durgun su, tanıtıcı olmayacağı için örnek teşkil etmez. Çünkü bu su muhtemelen çalışmadan kimyasal olarak etkilenmiş ve yer altı suyundan farklı bir yapı içermektedir.

Toprak ve sudan alınacak her iki örnekte kimyasal ve biyolojik analizleri yapılınca kadar serin bir yerde bekletilmelidir.

3.4.6 Boru yüzeyinin temizliği

Temizleme prosesi, boru yüzeyinde bulunan ve magnetik akışa veya magnetik parçacıkların hareketine mani olabilecek malzemelerin minimize edilmesi esasına dayanır. Yüzey temizlendiğinde boru yüzeyi ASTM E 709, konu 9,0 ile 9.21 belirtilen özellikleri taşımaktadır.

3.4.7 GKÇ için tahribatsız muayenelerin gerçekleştirilmesi

Nemli magnetik partikül metotları (MPI) temiz boru yüzeyindeki GKÇ’nin dış tespitinde kullanılabilir. ASTM E 709-95 GKÇ nedeniyle oluşan boru çatlaklarının tespitinde kullanılan MPI tekniklerini tanımlamaktadır. Bahsi geçen bu MPI standardı araştırma prosedürlerinin gelişmesinde rehberlik etmektedir. Kuru toz inceleme metodu az duyarlı olduğundan Kanada’daki kullanımı yaygın değildir.

3.4.8 Bulunan korozyon kolonilerinin uzunluğunun, derinliğinin ölçülmesi

MPI GKÇ kolonilerini tespit ettiğinde her bir GKÇ kolonisi ölçülmeli, tasnif edilmeli ve fotoğraflandırılmalıdır. Koloni derinliği ölçülmeli veya görsel olarak boru et kalınlığının yüzde kaçını etkilediği tespit edilmelidir.

GKÇ kolonileri referans kuşak kaynağında uzaklıklarına göre dokümente edilmelidir.

Dökümantasyon şu hususları içermektedir;

Koloni merkezinin konumu ile referans noktası arasındaki mesafe belirtilmeli

Uzunluğu ve genişliği belirlenmeli

Maksimum çatlak uzunluğu

Uzun dikişten uzaklığı

Korozyonun varlığı veya yokluğu

Koloni derinliği

Koloni fotoğraflanması

Ultrasonik kalınlık ölçümleri

Dikiş tipi, boru çapı ve kaplama tipi

Kritik çatlak ölçüleri her boru hattı veya her işletme için aynı olmayabilir. Kritik ölçülerin hesaplanmasında birkaç model yardımcı olabilir.

3.5 GKÇ'ye Karşı Alınacak Önlemler

Bilinmelidir ki GKÇ artıkları boru hattı endüstrisi için regülasyon kadar ciddi bir sorundur. GKÇ zamana bağlı bir proses olduğu için, gerekli hassasiyet gösterilmediğinde daha kötüye gidebilecek ve bir çok boru hasarına neden olabilecektir. GKÇ problemine etraflıca bir yaklaşım aşağıda hususları içermelidir;

Her bir boru hattı şirketi bir GKÇ yönetim programı hazırlanması;

Boru hattı dizaynları değişiklikler;

Sürekli araştırmalar;

Bir GKÇ bilgi bankası kurulması;

Acil çağrı denemeleri geliştirme;

Sürekli bilgi paylaşımı.

3.5.1 Uygun işletme basıncı

Etkili bir GKÇ yönetim programı elemanlarına bakıldığında , işletme basıncında bir azaltma gerekip gerekmediği ve bu azalmanın boru hatlarındaki GKÇ'yi bitirebilecek verimli bir yol olup olmayacağı göz önünde tutulur. Henüz hangi işletme basınç sınırında GKÇ'nin başlaması ve gelişmesinin söz konusu olduğuna dair kesin kanıtların bulunmadığı bir ortamda basınç ayarlamaları pahalıya mal olabilir. Fakat işletme basıncı dışında bulduğumuz GKÇ'yi azaltıcı diğer sistematik, verimli ve etkili ölçümler kamu güvenliğine yardımcı olarak kullanılabilir. Bu nedenlerle işletme basıncında yapılacak genel bir azaltmanın GKÇ problemine karşı mantıklı ve verimli bir çözüm olmadığı inancındayız.

Bununla birlikte işletme basıncında meydana gelen geçici azalmalar, meydana gelebilecek GKÇ hasarının ön belirtisi olabilir. İşletme basıncının azaltılması GKÇ yönetim programlarının birer parçası olan diğer azaltıcı ölçümlerin verimli kombinasyonlarında kullanılabilir.

3.5.2 GKÇ yönetim programı

Belirli boru hatları ve onlara ait bilgilere sistematik bir yaklaşım olan ve endüstrinin içinden çıkan en iyi pratik bilgilere sahip olan **Spesifik Şirket GKÇ Yönetim Programları**, GKÇ'nin önemli noktalarının bulunmasında en etkili yöntemdir.

Tarafsız bir yönetim programı, GKÇ'nin bulunması muhtemel bölgeleri tanımlamalı, GKÇ'yi bulmalı ve GKÇ'yi bitirmelidir. Arama araştırma kazılarını temel alan tahmin modelleri ile veya hidrostatik testlerle yapılabilir.

Hat içi araştırmalar gibi yeni tekniklerde GKÇ araştırmaları için kullanılabilir.

3.5.3 Dizayn değişiklikleri

Daha güvenilir çatlak arama araçları kullanılmaya hazır hale getirildiğinde, bir şirketin boru hatlarının durumları ile ilgili tam ve eksiksiz bilgi sağlamak mümkün olacaktır. Eğer boru hattı geçiş bağlantıları boru içi araştırma devrelerinin yerleştirilmesine imkan tanırorsa, sadece GKÇ'yi tanımlamakta değil diğer bir çok bakım ile ilgili bilgilerin toplanması sağlanacaktır. Bu nedenle yeni hat dizaynlarında boru geçişlerinin hat içi araştırma devrelerinin yerleştirilmesine izin verecek şekilde dizayn edilmesi tavsiye edilir.

Verimli koruyucu kaplamalar GKÇ'nin önlenmesinde temel rolü oynamaktadırlar. Bir kaç boru kaplaması GKÇ'ye karşı koruyuculuklarını uzun süre kaybetmediklerini kanıtlarla

göstermişlerdir. Bununla birlikte bazı yeni kaplamalar uzun dönem koruma özellikleri hakkında gerekli kanıtları henüz gösterememişlerdir. Bu nedenle standart test ve laboratuvar araştırmaları tamamlanmadan bu kaplamaların kullanılmamasını önerilmektedir.

3.5.4 Araştırma

GKÇ için gerekli araştırmalar devam etmektedir. GKÇ'nin oluşumu ve gelişimi ile ilgili bir çok basit soru henüz cevaplanamamıştır. Bu nedenle GKÇ'yi bitirmek için kullanılan azaltıcı ölçümlerin geliştirilerek sürdürülmesi gereklidir. GKÇ'nin tasfiye edilmesinde GKÇ'nin kontrol altına alınmasında ve belirlenmesindeki endüstriyel kabiliyetlerin gelişiminde hat içi araştırma araçlarının katkısı olmuştur.

3.5.5 GKÇ bilgi bankası

Dikkatlice toplanan ve analiz edilen saha bulguları GKÇ'nin anlaşılmasında çok önemlidir. GKÇ'nin başlama ve gelişimini en çok etkileyen çevresel ve işletme durumlarının ve bunların kombinasyonlarının tanımlanması için geniş bir endüstriyel bilgi bankası gereklidir.

3.5.6 Acil çağrı denemeleri gerçekleştirme

İnsanların yaşadıkları ve çalıştıkları yerlerin yakınlarındaki boru hatlarında hasar oluşumu meydana geldiğinde ne yapılacağı iyi anlaşılmalıdır. Açıkçası, boru hattı üzerindeki haberleşme(iletişim), boru hattının ve diğerlerinin güvenliği için birincil yükümlülüktür.

3.5.7 Bilgi paylaşımı

Bu araştırma bilgi paylaşımı gibi bir amaca hizmet etmek için kurulmamış olmasına rağmen, görüldü ki katılımcıların diğerlerinin işle ilgili yaptıklarını öğrenme şansı oldu.

Bu paylaşım prosesinin sürekli olması önemlidir.

4. İGDAŞ BİNA BAĞLANTI HATLARINDA YAPILAN KOROZYON TESPİT ARAŞTIRMASI

1.1 Genel

Korozyon hasarı nedeniyle servis dışı kalmış bir bina bağlantı hattı toprakaltı geçişinde yapılan bir inceleme sonucu konunun münferit bir olay olmadığı anlaşılmış ve üzerinde çalışılması gerekliliğine karar verilmiştir. Bunun üzerine İGDAŞ bina bağlantı hatlarında tespit çalışması 28.02.2001 tarihinde Genel Müdürlük Makamından alınan OLUR yazısıyla başlatılmıştır. Çalışma yöntemi olarak Bölüm 1’de ayrıntıları verilen Kanada Enerji Nakil Hatları’ndaki GKÇ Araştırması’nda uygulanan çalışma yöntemi belirlenmiştir.

4.2 Çalışma Metodolojisi

4.2.1 Bölge seçimi

İGDAŞ şehir doğal gaz dağıtım şebeke hattı üç ana idari bölgenin sorumluluk ve yetki sahasındadır. Bu çalışma üç ana idari bölgeden İSTANBUL BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ pilot bölge seçilerek yapılmıştır. Bu bölgede çalışmamıza konu olabilecek 73.000 civarında toprak altı geçişe sahip bina bağlantı hattı bulunmaktadır. İSTANBUL BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ’de dağıtım şebekesini, ilçe sınırlarını da dikkate alarak 9 işletme şeflik sahasına bölünmüştür. Her bir işletme bölgesi sınırları dahilindeki hatların işletim ve kısmen bakımlarından sorumludur. İSTANBUL BÖLGE işletme bölgeleri şunlardır; Aksaray, Fatih, Avcılar, Halkalı, Güngören, Bağcılar, Bakırköy, Yeşilköy ve Yenibosna. Bu bölgelerden Bağcılar şebeke bölgesi nispeten yeni gazlandığı ve abone sayısının az sayıda olması nedeniyle çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

4.2.2 İşletme bölgelerinden çalışma yapılacak tesisatların tespiti

İşletme şefliklerinden bölgelerini en iyi temsil edeceğini düşündükleri, özellikle değişik coğrafi yapılara haiz tesisatlardan oluşan adresler temin edildi. Tespit edilen bu adresler bir saha çalışmasıyla tek tek kontrol edilerek kazıya uygunluğu noktasında bir seçim yapılmaya çalışılmış ve sonuç olarak kazıya elverişli **34 adet nokta (Ek 1 Bölge Haritası)** belirlenmiştir. Yer seçim kriterleri olarak, tespit edilen adreslerin bölgenin genel toprak ve zemin yapısı hakkında bilgi verebilmesi, bölgeyi temsil edebilecek derecede bölgede yaygın olması ve kazıyı yapmayı engelleyici veya zorlaştırıcı etkilerin olmaması göz önüne alınmıştır.

Tesisatların gaz verilif tarihleri, saha şartlarında belirlenemediği için tesisat ifletme yaşı yer seçiminde bir kriter olarak göz önüne alınamamıştır.

4.2.3 Kazı çalışması metodolojisi

Çalışma yapılacak tesisatlar belirlendikten sonra sırası ile şu işlemler gerçekleştirilmektedir;

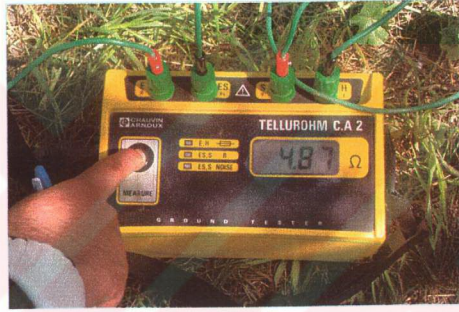
- Hat güzergahı belirlenerek, güzergah üzerinden Wenner cihazı yardımıyla zemin özgül direnci belirlenir.
- Hat üzerinde 1.20m ila 2m uzunluğunda ve çalışma imkanı sağlayacak genişlik de bir kanal açılır.
- Kanal açıldıktan sonra yapılan işlem bina bağlantı hattının şartnamelere uygun şekilde yapılıp yapılmadığının kontrolüdür. Sarı kumun varlığının ve hat üzerindeki kaplamanın yönetmeliklerde belirlenen şartlar uygunluğu göz ile muayene edilir ve raporlanır.
- Holiday izolasyon detektörü ile boru kaplaması kontrol edilip , sonuçlar raporlanır.
- Holiday izolasyon detektörü ile veya göz ile tespit edilen kaplamanın bozuk olduğu bölgelerden, kaplama tamamen kaldırılarak boru yüzeyine ulaşılır.
- Kaplama üzerinden ve hat üzerinden alınan toprak numunelerinden toprağın pH 'ı ölçülür ve sonuçlar raporlanır.
- Kaplama altında rastlanılan korozyonun boru yüzeyinde oluşturduğu hasar tespit edilmeye çalışılır. El ile muayene sonuçları raporlanır.
- Boru yüzeyi ve korozyon artıklarının fotoğrafları alınır.
- Yüzey mekanik olarak temizlenir.
- Şüpheli bir boru izlenimi edinilmiş ise ultrasonik kalınlık ölçer ile borunun et kalınlığı ölçülür.
- Açılan yüzey temizlendikten sonra primer astar boya ile boyanarak, polietilen bant ile tekrar kaplanır.

4.3 Toprak İle İlgili Alınan Ölçümler ve Bu Ölçümlerin Değerlendirilmesi

4.3.1 Wenner cihazı ölçümleri

Boru hattının içinden geçmekte olduğu zeminin cinsi ve özellikleri korozyon açısından önemlidir. Özellikle zeminin özgül elektrik direnci, zeminin korozif özelliğini belirlemekte ölçü olarak kullanılmaktadır.

Zeminin taşımış olduğu tuzluluk ve rutubet arttıkça zemin elektriksel özgül direnci ile korozif özelliği arasında bu bağıntıya dayanılarak zeminleri korozif özellikleri yönünden sınıflandırabilmek mümkün olabilmektedir. Bu amaçla çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Türk standardı (TS 5141)'de verilmiş olan sınıflandırma aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.1 Wenner cihazı

Çizelge 4.1 Zeminlerin elektrik özgül direncine göre sınıflandırılması

Zemin Elektrik Özgül Direnci ρ (ohm.cm)	Zemin Korozif Özelliği
$\rho < 1000$	Çok korozif
1.000 – 3.000	Korozif
3.000 – 10.000	Orta korozif
$\rho > 10.000$	Az korozif

Bu sınıflandırma genel bir hüküm vermekle beraber kesin değildir. Zeminin elektrik özgül direnci dışında kalan diğer özellikleri de korozyon hızına etki yapabilir. Zemin fiziksel yapısı ve farklı havalandırma nedeniyle korozyon hızında büyük artışlar olabilir.



Şekil 4.2 Wenner cihazı ile ölçüm alınması

Zemin elektrik özgül direnci çeşitli metotlarla ölçülmektedir. En çok kullanılan metot WENNER dört elektrot metodudur.

Aletten okunan (R) direnci aşağıdaki formülde yerine konularak zemin elektrik özgül direnci (ρ) bulunur.

$$\rho = 2\pi aR$$

Burada:

ρ : Zemin elektrik özgül direnci, ohm.cm

a: Elektrot açıklığı, cm

R: Aletten okunan direnç, Ohm'dur.

Bu şartlarda ölçülen elektriksel özgül direnci değeri (a) cm derinliğinde zemini karakterize eder. İGDAŞ iç tesisat teknik şartnamesine göre bina bağlantı hattı toprak geçişi kanal hattı derinliği 50 cm olarak belirlenmesine rağmen Wenner cihazı elektrot açıklığı a= 80 cm alınarak hesaplama kolaylığı sağlanmıştır.

4.3.2 pH Metre ölçümleri

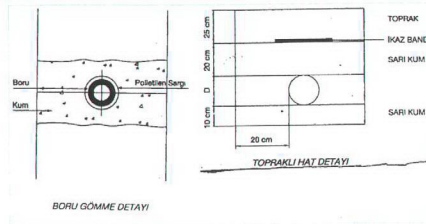
Hat yüzeyindeki topraktan numune alınarak toprak pH değerleri belirlenmiştir. Zeminlerin korozif özelliğini, zemin içinde bulunan çözülmüş tuzların cinsi ve miktarı ve pH değeri belirler. Doğal zeminlerin pH 'sı genellikle $4 < \text{pH} < 8$ arasındadır. Bu aralıkta yeraltı korozyonu, katotda hidrojen çıkışı ile değil, su içinde çözülmüş olan oksijenin katodik de polarizasyonu ile yürür. Ancak pH değerinin düşük oluşu korozyona uğrayan demir yüzey üzerinde oluşan pasifliği azaltıcı olarak rol oynar.



Şekil 4.3 pH metre

4.4 Bina Bağlantı Hattı Toprak Geçişlerinin Yapım Karakteristiklerinin Uygunluğunun Kontrolü

İGDAŞ iç tesisat teknik şartnamesinde bina bağlantı hattı toprak geçişlerinin yapımı ile ilgili kurallar açık bir şekilde ifade edilmiştir. Buna göre tesisat borusu kanal derinliği 50 cm olacak şekilde dönecek ve hattın çevresinde iyi bir drenaj özelliği olan sarı kum dolgu malzemesi olarak kullanılacaktır. Ayrıca boru kaplaması polietilen bant ile DIN 30672 uygun olarak %50 bindirmeli sarılacak ve kaplama yapılmadan önce boru yüzeyi temizlenerek kömür katranı esaslı bir malzeme olan bir primer astar boya, boru yüzeyine tatbik edilecektir. Ayrıca toprakaltı geçişlerde herhangi bir eğme veya bükme işlemine izin verilmezken, birleştirmelerin kaynaklı olması istenilmektedir.



Şekil 4.4 %50 Bindirmeli sargı ve boru gömme detayı

4.5 Kaplama İle İlgili Yapılan Ölçümler

Hat kaplaması kontrolü holiday izolasyon detektörü ile gerçekleştirilmiştir. Holiday izolasyon detektörleri 10000 volt bir DC akım oluşturarak kaplama yüzeyinde bir magnetik alan oluştururlar. Cihaz elektrodunun bozuk kaplama veya yetersiz izolasyon yapışması nedenleri ile boru yüzeyi ile temas sağlandığı durumlarda cihaz sinyal vererek kaplama hatalarını tespit etmektedir.



Şekil 4.5 Holiday izolasyon detektörü ile ölçüm yapılması

4.6 Boru Yüzeyinde Yapılan Muayeneler

4.6.1 Ultrasonik cihazla et kalınlığı ölçülmesi

Ultrasonik et kalınlığı ölçer cihazı kullanılarak, evsafından şüphe edilen boruların et kalınlıkları ölçülmeye çalışılmıştır. Cihaz probu çok uygun olmadığından korozyona uğramış hasarlı boru parçalarında korozyon derinliğini bu cihazla ölçmek mümkün olmamıştır.

5. SONUÇLAR

5.1 Genel

Bu bölümde bir önceki bölümde tanıtılan ölçüm cihazları ile ve belirlenen çalışma yöntemine uygun olarak yapılan ölçüm sonuçları verilecektir. Bu sonuçların değerlendirilmesi bir sonraki bölümde yapılacaktır. Çalışmalar sırasında oluşturulan saha çalışma rapor örnekleri Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4 ve Şekil 5.5 verilmiştir.



Bölge	:Yeşilköy Şebeke Şefliği
Tesisat No	:1002898
Adres	:İstanbul cd. No:2 Yeşilköy

TESİSAT BİLGİLERİ

S.K. Tipi	: S 200
Gaz Ver. Tarihi	:15-09-1993
Hat Çapı	:DN 40
Hat Metraji	:2 metre
Sarı kum kontrolü	:Yok
İkaz bantı kontrolü	:Yok
İzolasyon kontrolü	:% 50 bindirmeli sarğı yok
Açıklama	:Tesisat korozyona uğramaya başlamış.

TAHRİBATSIZ MUAYENE SONUÇLARI

Holiday Sonucu	:
Wenner Sonucu	:10950 ohm.cm
Ultrasonik Et kalınlığı	:
PH Ölçümü	:5,20
Kazı Tarihi	:11-04-2001



Şekil 5.1 Saha çalışma raporu örneği (Yeşilköy şebeke şefliği)

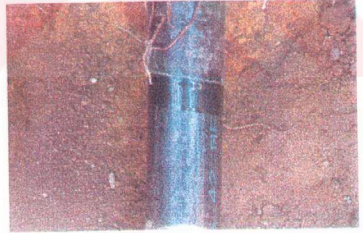
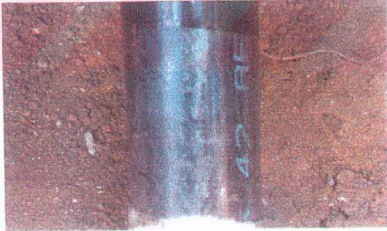
Bölge	:Aksaray Şebeke Şefliği
Tesisat No	:1015419
Adres	:Vanidergahı sk. No:32

TESİSAT BİLGİLERİ

S.K.Tipi	:S 200
Gaz Ver.Tarihi	:25-08-1995
Hat Çapı	:DN 40
Hat Metraжі	:20 metre
Sarı kum kontrolü	:Az miktarda var
İkaz bantı kontrolü	:Var
İzolasyon kontrolü	:% 50 bindirmeli sarğı var
Açıklama	:Tesisatta korozyon yok

TAHRİBATSIZ MUAYENE SONUÇLARI

Holiday Sonucu	:Bir ana sinyal alındı
Wenner Sonucu	:5385 ohm cm
Ultrasonik Et kalınlığı	:3,74
PH Ölçümü	:6,90
Kazı Tarihi	:25-04-2001



Şekil 5.2 Saha çalışma raporu örneği (Aksaray şebeke şefliği)

Bölge	:Yenibosna Şebeke Şefliği
Tesisat No	:1002998
Adres	:Merkez mh. Orducd. İtfaiye sit. No:37

TESİSAT BİLGİLERİ

S.K.Tipi	:S 300
Gaz Ver.Tarihi	:24-11-1993
Hat Çapı	:DN 50
Hat Metraji	:5 metre
Sarı kum kontrolü	:Yok
İkaz bandı kontrolü	:Yok
İzolasyon kontrolü	:% 50 bindirmeli sargı yok
Açıklama	:Tesisat korozyona uğramayabşlamı.

TAHRİBATSIZ MUAYENE SONUÇLARI

Holiday Sonucu	:
Wenner Sonucu	:2440 ohm cm
Ultrasonik Et kalınlığı	:3,82
PH Ölçümü	:6,64
Kaza Tarihi	:27-04-2001



Şekil 5.3 Saha çalışma raporu örneği (Yenibosna şebeke şefliği)

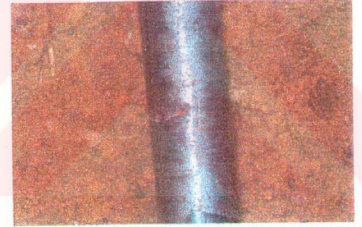
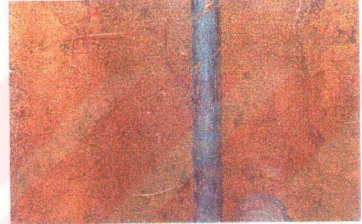
Bölge	:Aksaray Şebeke Şefliği
Tesisat No	:1012326
Adres	:Hacievhattin mh. Evhad Cd. No:57-61

TESİSAT BİLGİLERİ

S.K.Tipi	:S 200
Gaz Ver.Tarihi	:20-06-1996
Hat Çapı	:DN 32
Hat Metraji	:20 metre
Sarı kum kontrollü	:Var
İkaz bantı kontrollü	:Var
İzolasyon kontrollü	:% 50 bindirmeli sargı yok.
Açıklama	:Tesisatta su borusu kullanılmış. Tesisat korozyona uğramaya başlamış.

TAHRİBATSIZ MUAYENE SONUÇLARI

Holiday Sonucu	:Uç ana sinyal alındı
Wenner Sonucu	:7500 ohm cm
Ultrasonik Et kalınlığı	:3,20
PH Ölçümü	:6,86
Kazı Tarihi	:25-04-2001



Şekil 5.4 Saha çalışma raporu örneği (Aksaray şebeke şefliği)

Bölge	:Güngören Şebeke Şefliği
Tesisat No	:1005431
Adres	:B.evler Mehtap sk. Eserkent sitesi B5 No:14

TESİSAT BİLGİLERİ

S.K.Tipi	:S 300
Gaz Ver.Tarihi	:10-11-1994
Hat Çapı	:DN 32
Hat Metraji	:35 metre
Sarı kum kontrolü	:Az miktarda var
İkaz bantı kontrolü	:Var
İzolasyon kontrolü	:% 50 bindirmeli sargı var
Açıklama	:Tesisat korozyona uğramaya başlamış.

TAHRİBATSIZ MUAYENE SONUÇLARI

Holiday Sonucu	:İki ana sinyal alındı
Wenner Sonucu	:3500 ohm cm
Ultrasonik Et kalınlığı	:3,60
PH Ölçümü	:7,15
Kazı Tarihi	:01-05-2001



Şekil 5.5 Saha çalışma raporu örneği (Güngören şebeke şefliği)

5.2 Wenner Cihazı Ölçüm Sonuçları

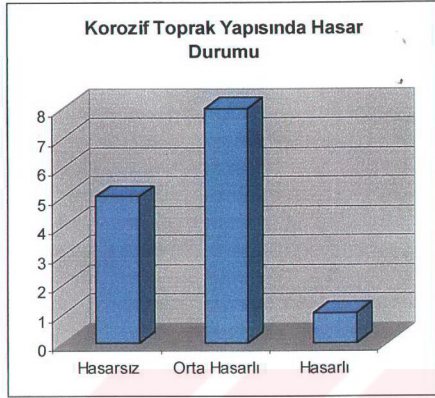
34 kazı bölgesinde de Wenner cihazı ile ilgili ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerin TS 5141'de verilmiş olan sınıflandırmaya göre değerlendirilmesi şu şekildedir;

Kazı çalışması yapılan 34 bölgeden 17 adedinde (%50) Wenner ölçümü sonucunda elde edilen zemin elektrik özgül direnci ρ ; 3000-10000 ohm.cm arasındadır. Tablodan anlaşılacağı üzere bu değer aralığı orta korozif bir zemini göstermektedir. Kazı çalışması yapılan diğer bölgelerden 16 adedinde (% 47) ise okunan zemin elektrik özgül direnci ρ ;1000-3000 ohm.cm arasındadır. Bulunan bu değer korozif yapıdaki bir zemini işaret etmektedir. Yapılan ölçümlerden yalnızca 1 adetinde (%3) okunan elektrik özgül direnci 10000 değerinin üzerinde çıkmıştır. 10000 değeri üzerindeki bir sonuç az korozif bir zemin durumunu göstermektedir.

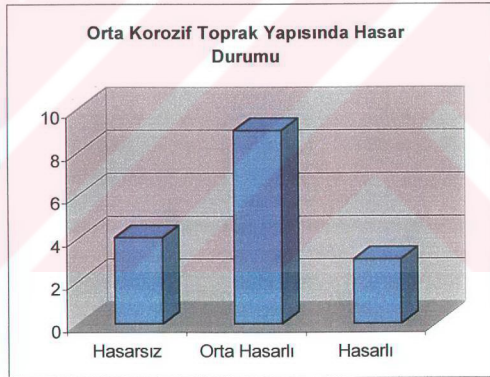
Özgül elektrik direnci ile hat borularında tespit edilen hasar oranı arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilebilir.

ρ özgül değeri 1000-3000 arasında değerlere sahip tesisatlardan 14'ü değerlendirilmeye alınmıştır. Bu 14 tesisattan 2 adeti 1993, 2 adedi 1994, 6 adeti 1995, 2 adeti 1996 ve 2 adeti ise 1998 yılında işletmeye alınmışlardır. 1993 yılında devreye alınan iki hattın biri hasarlı bir diğeri orta hasarlı, 1994 yılında devreye alınan iki hattın her ikisi de orta hasarlı, 1995 yılında devreye alınan 6 hattın 4'ü orta hasarlı iken 2 adeti hasarsız, 1996 yılında devreye alınan iki hattın birinin hasarsız, bir diğeri orta hasarlı 1998 yılında devreye alınan 2 hattın her ikisinin de hasarsız oldukları tespit edilmiştir.

ρ özgül değeri 3000-10000 arasında değerlere sahip tesisatlardan 16'sı değerlendirilmeye alınabilmiştir. Bu 16 tesisattan, 1 adeti 1993, 4 adeti 1994, 5 adeti 1995, 4 adeti 1996, 1 adeti 1997, 1 adeti ise 1998 yılında işletmeye dahil edilmişlerdir. İşletmeye alınan bu hatlardan 1993 yılında devreye alınan hattın hasarlı, 1994 yılında devreye alınan 4 hattın birinin diğerlerinin orta hasarlı, 1995 yılında devreye alınan hatlardan üçünün hasarsız, ikisinin orta hasarlı, 1996 yılında devreye alınan 4 hattın 3'nün orta 1'nin hasarlı, 1997 yılında devreye alınan hattın hasarlı ve 1998 yılında gazlanan hattın ise hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

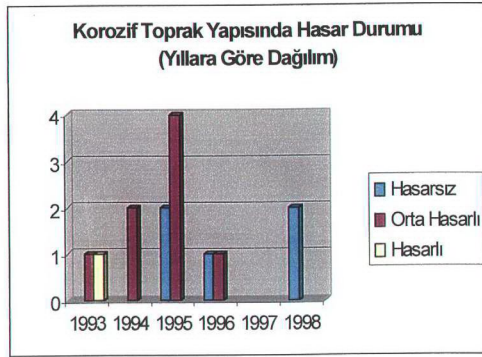


Şekil 5.6 Korozif toprak yapısında hasar durumu

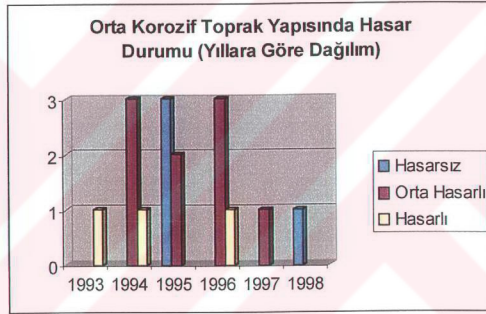


Şekil 5.7 Orta korozif toprak yapısında hasar durumu

Genel itibariyle elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, çalışma yapılan bölge korozif ve orta bir yapı göstermektedir.



Şekil 5.8 Korozif toprak yapısında hasar durumu (yıllara göre dağılım)



Şekil 5.9 Orta korozif toprak yapısında hasar durumu (yıllara göre dağılım)

5.3 pH Metre Ölçüm Sonuçları

Çalışma yapılan 34 kazı bölgesinden 31'de pH değerleri tespit edilmiştir. Ölçülen pH değerleri 5,20 ila 7,32 değerleri arasında değişmektedir. Hasar durumu grafikleri ile pH grafikleri incelendiğinde aralarında bir ilişki kurulamamıştır.

5.4 Bina Bağlantı Hattı Toprak Geçişlerinin Yapım Karakteristiklerinin Uygunluğunun Kontrol Sonuçları

Kontrol edilen tesisatların bir kısmında iç tesisat şartnamesinin tesisatın toprak altına yerleştirilmesi ve izolasyonun uygulanması aşamalarında hatalar tespit edilmiştir. Bu hatalar

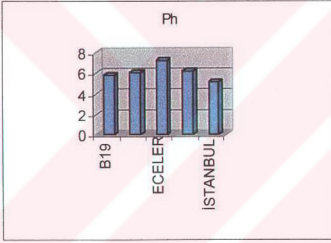
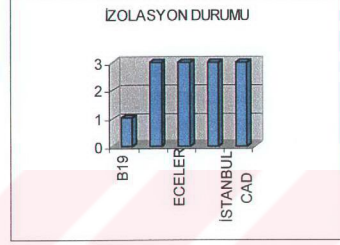
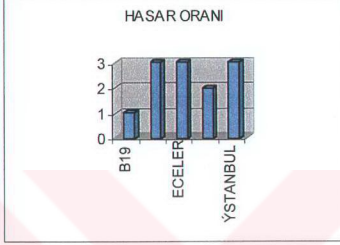
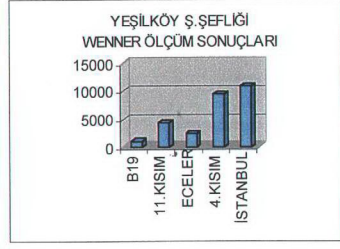
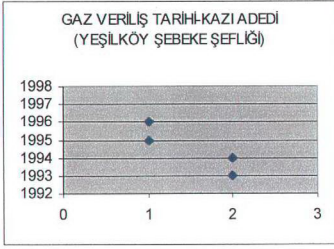
sınıflandırıldığı da tesisatların bir bölümünde dolgu malzemesi olarak kullanılan drenaj özelliği oldukça iyi olan sarı kumun mevcut olmadığı, diğer bir bölümde ise sarđı ve primer boya uygulamalarında hatalar bulunduğu görülecektir. Ayrıca her iki hatanın birlikte bulunduğu tesisatlarda tespit edilmiştir.

5.5 Kaptama İle İlgili Yapılan Ölçümler

Holiday detektörle ölçüm alınabilen 21 tesisatın 2 adetinde (%10) cihazdan sinyal alınamazken, yine 2 adetinde yalnızca 1 sinyal (%10), 6 adetinde 2 sinyal (%30), 9 adetinde 3 sinyal (%40), ve 2 adetinde 3 den fazla sinyal (%10) alınmıştır.

5.6 Tahribatsız Muayene Ölçüm Sonuçlarının Grafiksels Olarak Gösterimi (Bölgesel)

Pilot bölge olarak seçilen çalışma sahası 8 adet şebeke şefliğinin yetkisi ve sorumluluğu altındadır. Şeflikler bazında yapılan tahribatsız muayene ölçüm sonuçlarının grafiklerle ifadesi şu şekildedir;



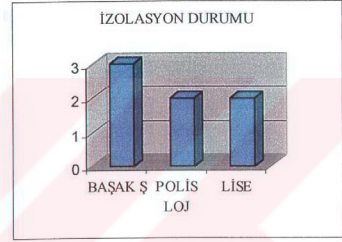
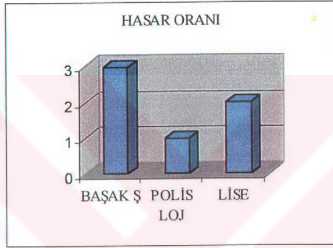
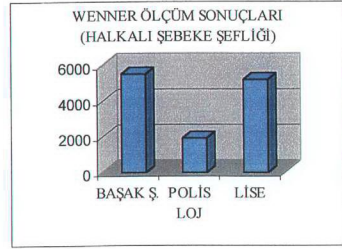
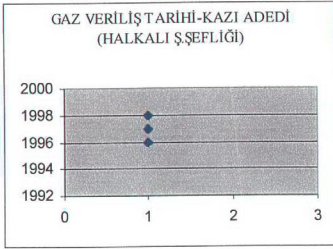
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeyen fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.10 Yeşilköy şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



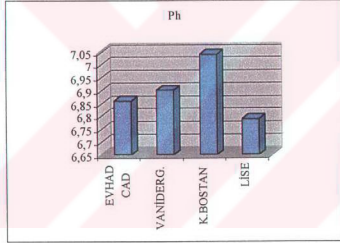
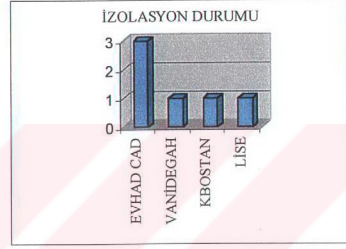
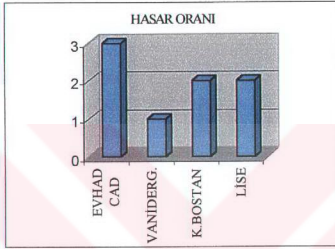
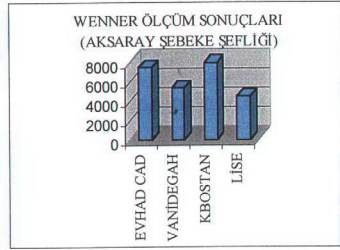
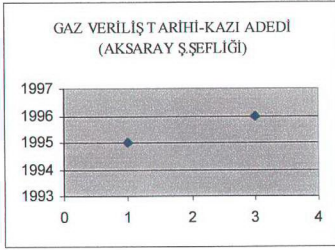
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeyen fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.11 Halkalı şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



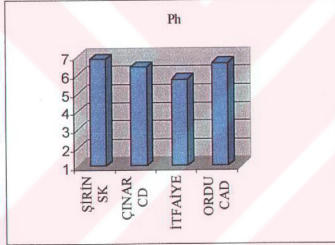
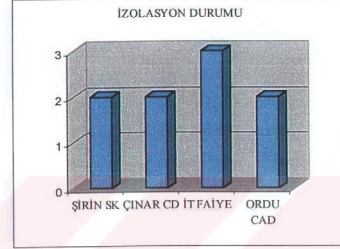
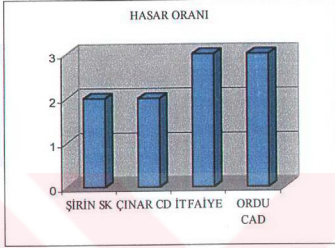
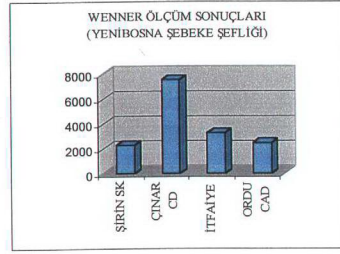
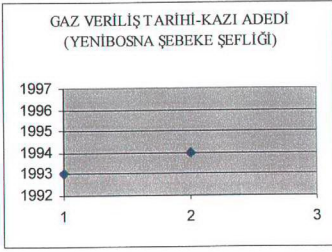
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeden Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeden fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.12 Aksaray şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



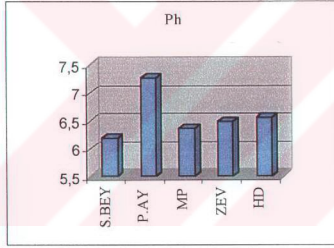
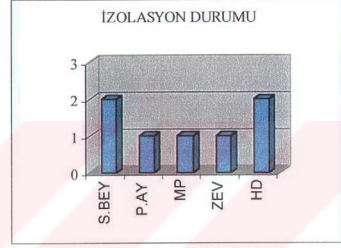
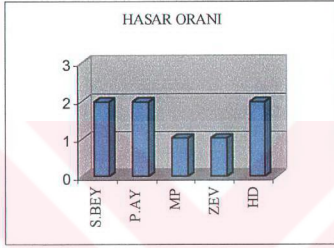
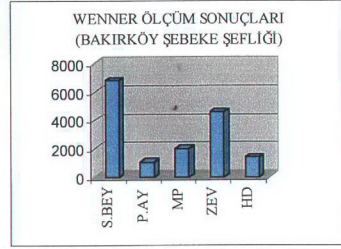
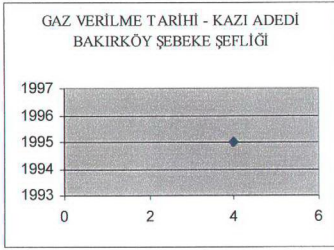
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeyen fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.13 Yenibosna şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



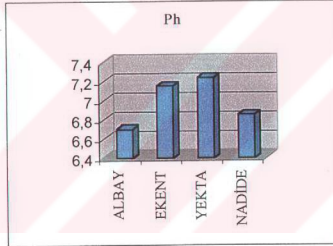
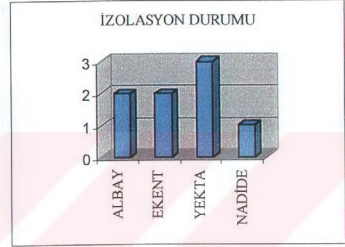
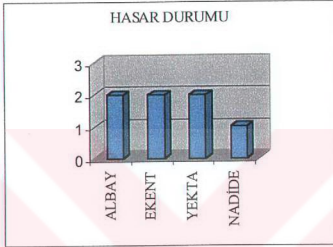
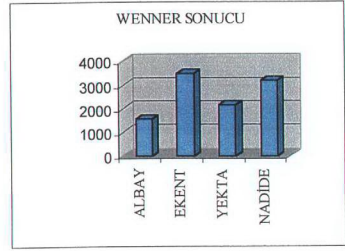
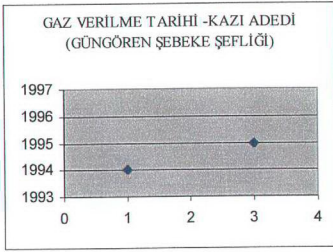
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeyen fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.14 Bakırköy şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



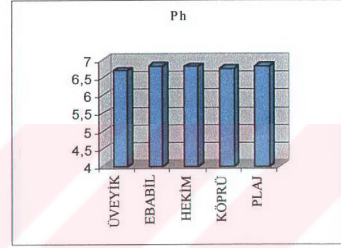
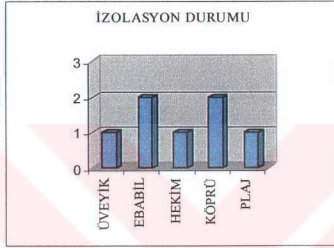
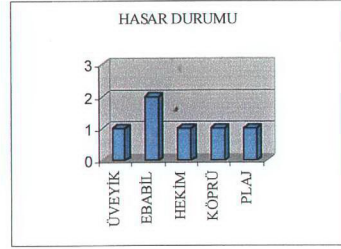
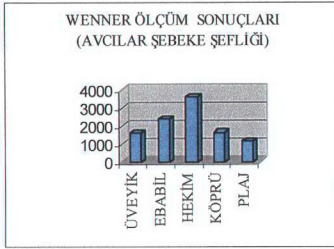
HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeden Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeden fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.15 Güngören şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



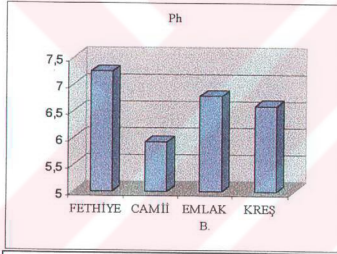
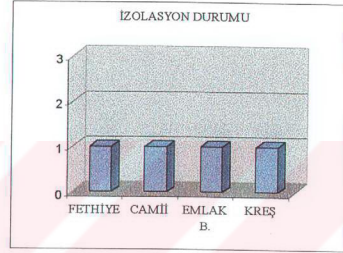
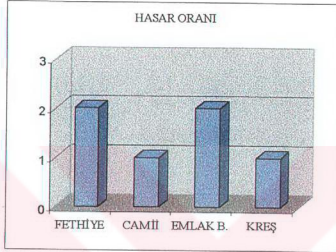
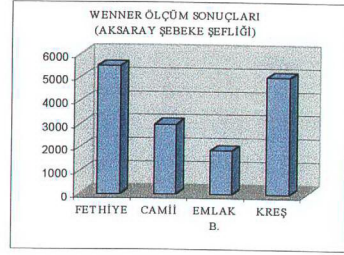
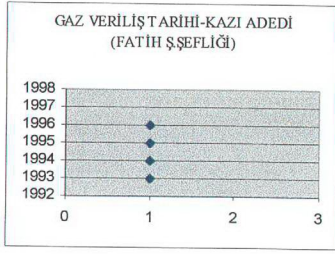
HASAR ORANI

- Korozyon Görlmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görlmeyen fakat Yüzeyde Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.16 Avcılar şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel gösterimi



HASAR ORANI

- Korozyon Görülmeyen Temiz Yüzeyler 1
- El İle Muayenede Deformasyon Görülmeyen fakat Yüzye Korozyon Artıkları Belirlenen Yüzeyler 2
- El İle Muayenede Hasar Oluşumu Tespit Edilebilen Yüzeyler 3

İZOLASYON DURUMU

- Mükemmel 1
- Orta 2
- Zayıf 3

Şekil 5.17 Fatih şebeke bölgesi tahribatsız muayene sonuçlarının grafiksel olarak gösterimi

KAYNAKLAR

Çizmecioğlu Z.,(1995), "İsale Hatlarının Katodik Koruması", İSKİ Yayınları, İstanbul.

Eryürek İ.B.,(1993), "Hasar Analizi", Birsen Yayınları, İstanbul.

İGDAŞ İç Tesisat Teknik Şartnamesi ve Yönetmeliği (2000), İGDAŞ Yayınları, İstanbul.

Marr J.E., Cunningham T., Johnson M., Brunton A., (1997), "SCC Investigative Procedures", American Gas Association, , Naashville, Tennessee

Marr J.E., (1998), "Procedures Guide Prediction, Evaluation of Stress Corrosion", Pipe Line & Gas Industry, Canada.

National Energy Board," SCC on Canadain Oil and Gas Pipelines",(1996)

TS 5141, (1987), "Yer altı Çelik Boru Hatlarının Katodik Korunması Kuralları",Ankara.

TS 6047, (1998), "Hat Borusu,Çelik-Petrol ve Tabii Gaz Endüstrisi Çelik Boru Hatları İçin", Ankara.

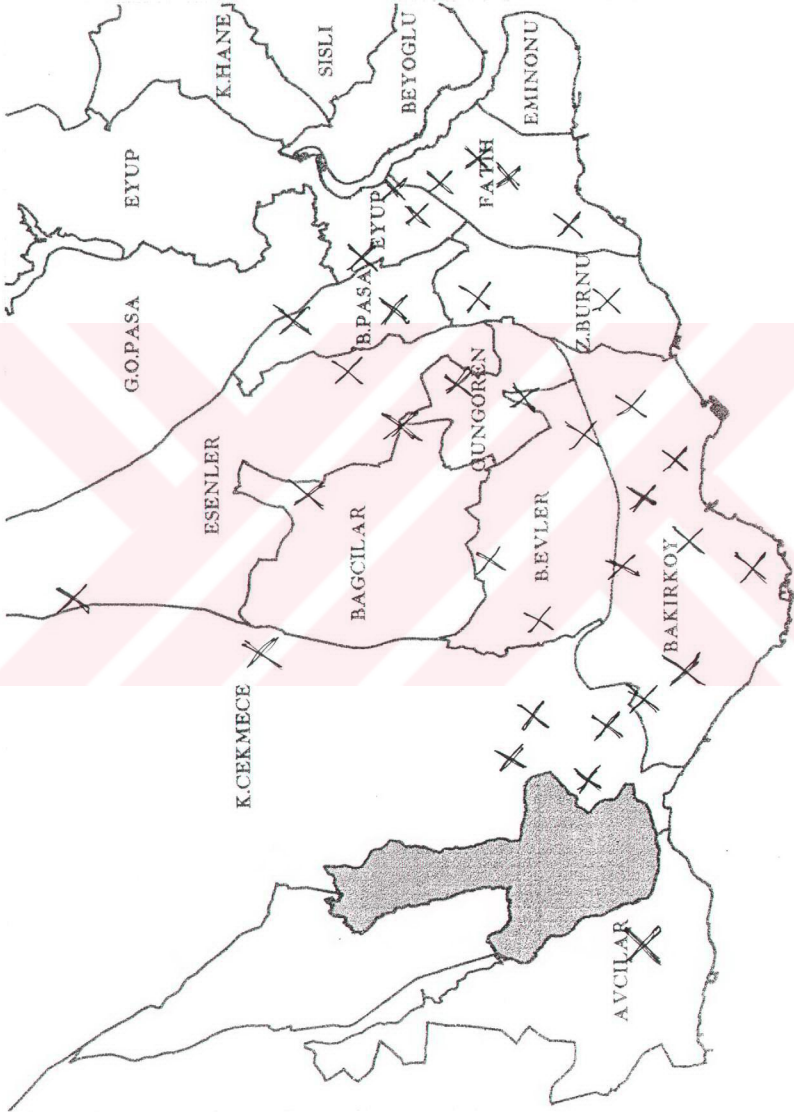
TS 7836, (1990), "Kısmi Korozyona Uğramış Hat Borusu Mukavemetinin Tayini", Ankara.

EKLER

- Ek 1 Bölge Haritası (Kazı Noktaları)
Ek 2 Yıldız Teknik Üniversitesi Raporu



Ek 1 Bölge haritası (kazı noktaları)



Ek 2 Yıldız Teknik Üniversitesi raporu(servis dışı kalmış bina bağlantı hatlarıyla ilgili)

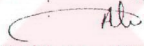
T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KİMYA-METALURJİ FAKÜLTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
KALİTE KONTROL ARAŞTIRMA VE UYGULAMA BİRİMİ

Tarih : 12.6.2001
Sayı : 2001/131

İGDAŞ
İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.

21.05.2001 tarihli yazınızla biriminize tevdi edilen korozyon hasarlı borularda korozyon oluşu nedenleri incelenmiş sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Saygılarımla,
Kalite Kontrol Araştırma ve Uygulama Birimi

Prof. Dr. Ahmet TOPUZ

RAPOR:

Hasarlı bölgelerden alınan makroyapı resimleri ile makro resim üzerindeki bazı bölgelere ait mikroyapı fotoğrafları aşağıda verilmiştir.

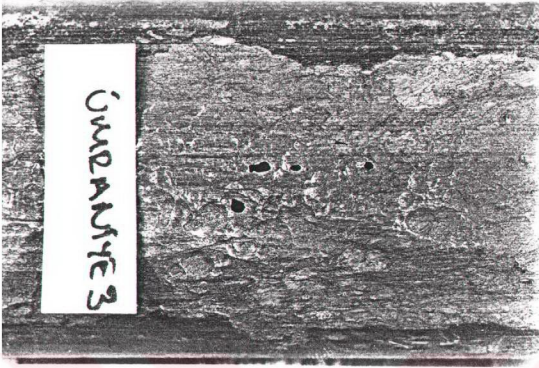
1-Pendikten gelen borunun makroyapı fotoğrafları şekil 1' de mevcuttur.



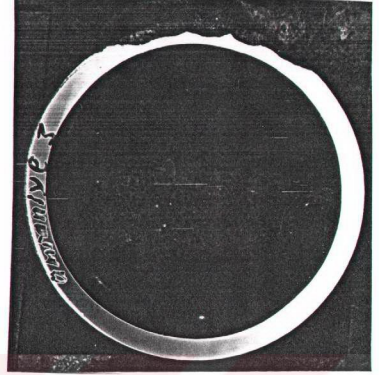
Şekil 1

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
BİLİM VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI
DOKÜMANİSYON MERKEZİ

2- Ümraniye'den gelen borunun makroyapı fotoğrafı şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Şekil 2'de boyuna yönde, şekil 3'de ise enine kesit olarak verilmiştir.

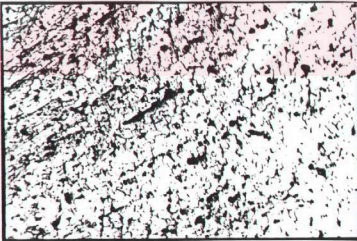


Şekil 2

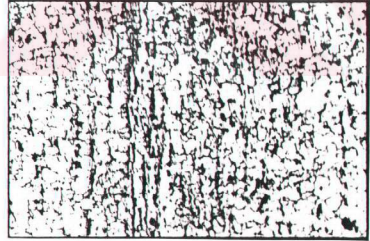


Şekil 3

Şekil 3'de enine kesitte görülen korozyonlu bölgeden alınan mikroyapı resmi, şekil 4'te korozyona uğramamış bölgenin mikroyapı fotoğrafı şekil 5'te verilmiştir.

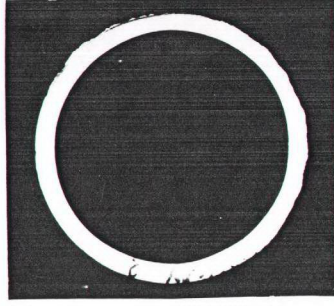


Şekil 4 X 200



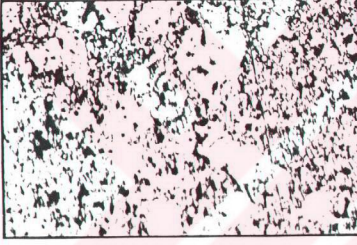
Şekil 5 X 2000

3- a) Yeşilköy 2'de homojen olarak yüzeysel korozyona uğrayan boru kısmının makroyapı fotoğrafı şekil 6'da enine kesit olarak verilmiştir.

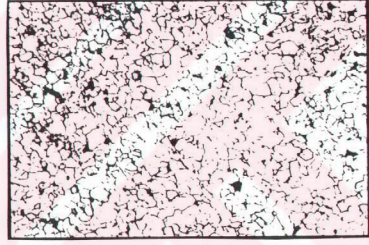


Şekil 6

Bu kısmın mikroyapı fotoğrafları şekil 7 ve 8'de verilmiştir. Mikroyapılar arasında önemli bir fark yoktur. Boru üzerinde herhangi bir kaplama olmayıp homojen dağılımlı atmosferik korozyona uğramıştır.

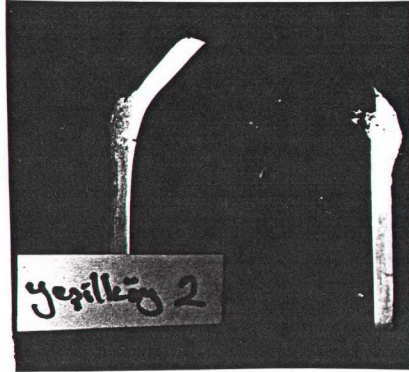


Şekil 7 X 200



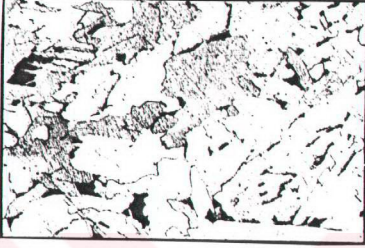
Şekil 8 X 200

Aynı borunun kaynaklı birleştirilmiş kısmına ait makroyapı fotoğrafı şekil 9'da verilmiştir

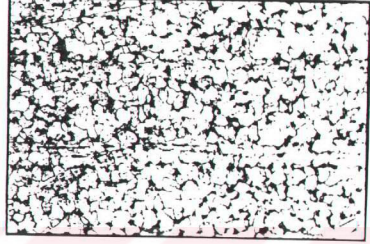


Şekil 9

Kaynak bölgesindeki mikroyapı şekil 10'da, ana malzeme yapısı şekil 11'de verilmiştir. Tanelerin küçük olduğu bölgede hızlı bir korozyon oluşmuştur. Bu durum büyük tanenin katot, küçük tanenin anot olarak korozyona neden olduğu şeklinde yorumlanabilir.

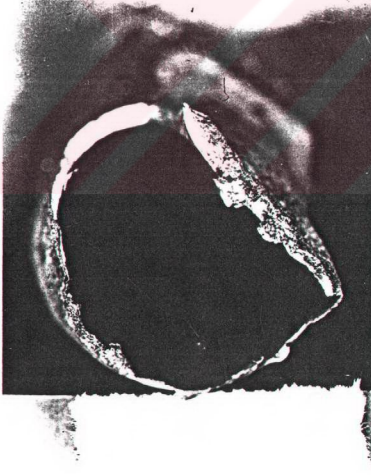


Şekil 10 X 200



Şekil 11 X 200

3- b) Yeşilköyden gelen dirsekli borunun makroyapı fotoğrafları şekil 12 ve şekil 13'de verilmiştir.

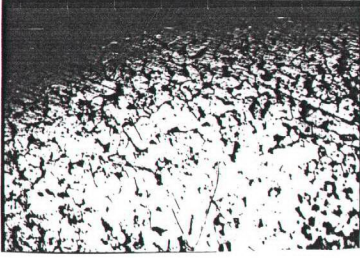


Şekil 12

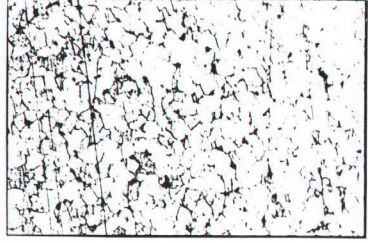


Şekil 13

Şekil 13'de ince kısmın incelmış bölgesinin mikro yapısı , şekil 14'de bu kısmın biraz ilerisindeki bölgeden alınan mikroyapı resmi şekil 15'de verilmiştir.

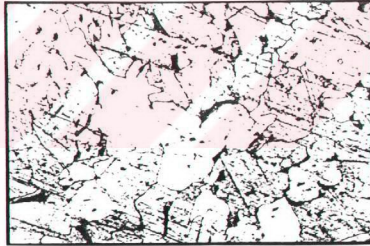


Şekil 14 X 200



Şekil 15 X 200

Genellikle bu bölgeler ince tane yapısına sahiptir. Dirseğin bu kısmının tam karşısındaki bölgeden alınan mikroyapı resmi şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16 X 200

Kaba tanelidir. Bu kısımdaki korozyon nedeni ince taneli kısmın anot, kaba taneli kısmın katot oluştuğundan kaynaklanmaktadır.

4- Ümraniye'den gelen toprak numunelerinde pH 6.97-7.30 arasında bulunmuştur.

5- Pendik ve Ümraniye'den gelen üzeri polietilen kaplı borularda yapılan incelemelerde, polietilen bantın hasara uğradığı yerlerin yanında bantın altında da korozyonlu bölgelere rastlanmıştır. Borunun polietilen bant ile kaplanması sırasında hatalı kaplama yapılması veya kaplanmış boruların toprak altına gömülmesi sırasında kaplamada meydana gelebilecek hasarlar, çelik borunun ortamlarla temasına neden olmakta ve şiddetli bölgesel korozyon oluşturmaktadır.

Bunu önlemek için, öncelikle boruların polietilen kaplamasının standartlara uygun olarak yapılması ve boruların yerleştirilmesi sırasında kaplamanın hasara uğramaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Eğer hasar önlenemiyorsa, boruların tümüne katodik koruma yapılması tavsiye edilir.

6- Yeşilköy'den alınan üzerinde kaplama olmayan boru numunelerinde yapılan incelemelerde, borularda homojen korozyon meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu borularda ömür tespiti için, aynı cins boru belli bir süre aynı koşulda tutularak korozyon hızı belirlenmelidir.

Bu korozyon hızı için $534 \frac{W}{mpy} = \frac{DAT}{\text{formülü kullanılabilir.}}$

Burada.	W	Kütle azalması (mg)
	D	Numune uzunluğu (g/cm^3)
	A	Numunenin yüzey alanı (inç kare)
	T	Süre (saat)

alınmalıdır. Elde edilen korozyon hızı, burada bir yılda meydana gelebilecek incelemeyi verdiğinden, borunun kullanım ömrünü tesbit mümkün olabilecektir.

Deneyi yapanlar.

Doç. Dr. Nurhan CANSEVER Öğr. Gör. Ömer AKDOĞAN Uz. Müh. Menekşe AKIN



Tekn. Şevki ŞAHİN



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	08.04.1971	
Doğum Yeri	Erzurum	
Lise	1985-1988	Üsküdar Cumhuriyet Lisesi
Lisans	1988-1993	Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi
Yüksek Lisans	1994-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çalıştığı Kurumlar	1994-1997	Dumlupınar Üniversitesi Araştırma Görevlisi
	1997-Devam ediyor.	İGDAŞ Genel Müdürlüğü