

KATODİK KORUMA İÇİN SULU - KATI DURUMLU POLARİZASYON HÜCRE TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Uğur FİDAN ve Oktay AKAT*

Elektronik & Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ahmet Necdet Sezer Kampusu, Gazlıgöl Yolu, Afyonkarahisar

* Akat Mühendislik, Hoşdere Caddesi, No:190, D:2, Çankaya, Ankara

ufidan@aku.edu.tr, oktay@akat.net

(Geliş/Received: 05.06.2008 ; Kabul/Accepted: 03.08.2009)

ÖZET

Boru hatlarındaki korozyonu önlemek için katodik koruma sistemleri kullanılmaktadır. Katodik korumanın doğru yapılabilmesi öncelikle boru hattı üzerinden yapılan ölçümlerin doğruluğuna, boru hattı üzerinde çevre şartlarına bağlı olarak oluşan olumsuz etkilerin uzaklaştırılmasına ve gürültü sinyallerinin bastırılmasına bağlıdır. Bu çalışmanın amacı yüksek gerilim hatlarının indüklediği 50Hz şebeke frekansını bastıran, boru hattı üzerine yıldırım düşmesi sonucu boru hatlarının delinmesini önleyen ve boru hattı potansiyelinin istenen sınırlar içerisinde kalmasını sağlayan yeni bir polarizasyon hücresi geliştirmektir. Günümüzde bu durum %30 potasyum hidroksit (KOH) elektrolitli sulu polarizasyon hücre ile çözümlenmektedir. Sulu polarizasyon hücresinin kullanımı sırasındaki dezavantajları ortadan kaldırmak için elektronik devre elemanları ile katı durumlu alternatif bir polarizasyon hücresi gerçekleştirilmiş ve sonuçları kıyaslanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda alternatif polarizasyon hücresi boru hattı potansiyelini ve 50HZ'lik elektromanyetik girişimi sulu polarizasyon hücresine göre daha fazla bastırdığı ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Korozyon, katodik koruma, polarizasyon hücresi, elektromanyetik girişim.

THE DESIGN AND REALIZE OF LIQUID – SOLID STATE POLARIZATION CELL FOR CATHODIC PRODUCTION

ABSTRACT

Cathodic protection methods are utilized to prevent pipeline corrosion. Accurate implementation of cathodic protection is primarily based on the precision of calculations on the pipeline, preventing negative effects of environmental factors on the pipeline, and repressing the noise signals. The aim of this study is to improve a new polarization cell, which prevents perforation on pipelines caused by represses high voltage lines inducing 50Hz network frequency, lightning strikes and restrains the pipeline potential between the desired limits. Nowadays, this situation is solved with liquid polarization cell, which is made with %30 potassium hydroxide (KOH) electrolyte. The alternative polarization cell which is solid state had been formed with electronic component and the results had been compared to wipe out the disadvantages during the using of liquid polarization cell. In the end of the study it is measured that pipeline potential and alternative polarization cell had restrained 50Hz electromagnetic interference more than liquid polarization cell.

Keywords: Corrosion, cathodic protection, polarization cell, electromagnetic interference.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Metallerin çoğu tabiiatta bileşik halinde bulunurlar. Bileşiklerin değişik işlemlerden geçirilerek metal veya alaşımlar elde edilir. Metaller buldukları orta-

mın elemanları ile reaksiyona girerek önce iyonik hale sonra ortamdaki başka elementlerle birleşerek tabiiat-taki ilk bileşik haline dönmeye çalışmalarından dolayı fiziksel, kimyasal, mekanik ve elektriksel özellikleri istenmeyen değişikliklere uğrarlar. Bu bozulma

reaksiyonuna korozyon denir. Korozyon nedeni ile malzeme, enerji, emek, bilgi ve ürün kaybına neden olmaktadır. Korozyonun sebep olduğu maddi kayıplar yanında, çevreyi kirleten ve insan hayatını tehlikeye sokan bir değişim olduğu da unutulmamalıdır [1].

Günümüzde korozyon kayıplarını en aza indirmek için çok yönlü araştırmalar yapılmakta ve etkin çözümler aranmaktadır. Korozyonla mücadelede en etkin ve en ucuz yöntem olan katodik koruma ilk olarak 1824 yılında Sir Humphry Davy tarafından Samarang isimli bir harp gemisinde denenmiştir [2-3]. Bu uygulama sonuçları başarısız olarak değerlendirilmiş ve katodik koruma yaklaşık yüzyıl hiçbir alanda uygulanmamıştır. 20.yüzyılın başlarında uzak mesafelere petrol boru hatları döşenmesinden sonra tekrar katodik koruma çalışmaları başlamıştır. Önce boru hatlarına, 1950'li yıllardan sonrada gemiler, tanklar, su depoları, baraj kapakları, iskele ayakları, betonarme demirleri gibi birçok farklı yapıya uygulanmıştır [3,4].

Yapılan çalışmalar genelde korozyonu önlemek üzere farklı katodik koruma sistemlerinin geliştirilmesi üzerinedir. Ancak korumanın doğru yapılabilmesi için öncelikle boru hattı üzerine girişim yapabilecek faktörlerin ortadan kaldırılmasına bağlıdır. Aksi takdirde boru hattı üzerinden alınan ölçüm sonuçlarının yanlış olmasına ve koruma sisteminin boru hattına yanlış değerler vermesine neden olmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar ticari ürün haline gelmiştir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibidir.

MetriCorr firması tarafından geliştirilen katı durumlu polarizasyon hücresi ile boru hattı üzerindeki girişim önlenmeye çalışılmıştır [5]. Ancak bu üründe katı durumlu polarizasyon hücresinin çalışması için ayrıca bir besleme kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır. Bir diğer ürün Platt Brothers & Company tarafından geliştirilen çinko bakır anotları boru hattı üzerine 275m'de bir takılarak boru hattı üzerindeki AC girişimler önlenmeye çalışılmıştır [6].

Bu çalışmada gerilim hatlarının indüklediği 50Hz şebeke frekansını bastıran, boru hattı üzerine yıldırım düşmesi sonucu boru hatlarının delinmesini önleyen ve boru hattı potansiyelinin istenen sınırlar içerisinde kalmasını sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Ülkemizde bu durum maliyeti daha ucuz olmasından dolayı %30 potasyum hidroksit (KOH) elektrolit solüsyonlu sulu polarizasyon hücreleri ile giderilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışma sayesinde sulu polarizasyon hücresinin kullanımı sırasındaki dezavantajları ortadan kaldıracak yeni bir elektronik devre elemanları ile yapılmış katı durumlu alternatif bir polarizasyon hücresini gerçekleştirmektedir.

2. KOROZYON VE KATODİK KORUMA (CORROSION AND CATHODIC PRODUCTION)

Korozyon, aralarında potansiyel farkı olan metalik iki bölge veya nokta arasında oluşur. Bu bölge veya noktalardan potansiyel farkı daha fazla olanın yüzeyinde katodik reaksiyon oluşur. Potansiyel farkının oluşum nedenleri şu şekilde gruplandırılabilir.

1. Metalin veya alaşımın kendi bünyesindeki yapısal, kimyasal, mekanik veya ısıl farklılıklar gösteren bölgeleri arasında oluşan potansiyel fark.
2. İki ayrı metal veya alaşımın teması sonucu oluşan potansiyel fark.

Sulu ortamda elektron alış verişini ile gelişen oksidasyon (elektron verme) ve redüksiyon (elektron alma) reaksiyonlarına elektrokimyasal reaksiyonlar denir. Su içinde, atmosferde ve toprak altında meydana gelen tüm reaksiyonlar elektrokimyasal reaksiyonlardır. Toprak içindeki metalik yapı yüzeylerindeki su filmi ve bunun içindeki çözünmüş oksijenin etkisi ile korozyona uğrarlar. Killi toprakta su ve oksijen gibi korozif öğelerin metal yüzeyine erişmesi, gözeneklerin sıkı olmasından dolayı zordur. Çakıllı ve iri taneli toprakta ise taneler arasında hava ve su ile dolabilir. Bu tip topraklar bol oksijen ihtiva ederler. Hem killi hem de iri taneli zeminden geçen boru parçasının iri taneli zeminden geçen bölümü katot davranırken killi bölgedeki kısmı anot olarak davranır ve korozyona uğrar. Toprak altı korozyondan korunmada, toprağın özelliklerini değiştirerek korozyonu önlemek pratik ve ekonomik bir yöntem değildir. Buna rağmen bazen hendek içinde boruyu çevreleyecek biçimde belirli özelliklerde temiz kum kullanılmaktadır. Boruların kaplanmaları da korozyondan korunma tedbirlerindedir. Ancak en etkili ve ucuz yöntem, kaplama ile birlikte harici bir kaynak ile yapılan katodik koruma uygulamasıdır [7].

Katodik koruma, korunacak metali bir elektrokimyasal hücrenin katodu haline getirerek oksitlenmeyi önleme işlemidir. Galvanik anotlu katodik koruma ve dış akım kaynaklı katodik koruma olmak üzere iki farklı yöntem bulunmaktadır [8].

Galvanik anotlu katodik korumada korunacak metalden daha aktif bir metal ile (magnezyum gibi) elektrokimyasal hücre yapısı oluşturularak korunacak metal (katot) negatif gerilimde tutulur. Oksijen iyonları anot olarak kullanılan (pozitif gerilime sahip olan) aktif metalle birleşir, böylece korunacak metalin yerine paslandığında değiştirilecek metal plakanın oksitlenmesi sağlanır. Anot metali (magnezyum) çözünerek devreye elektron vermeye başlar ve metal tuzları şeklinde anot bozunur. Verilen elektrotlar sulu çözeltide iyonlar halinde katotta erişir ve katodun elektron kaybını durdurur [9]. Dış akım kaynaklı katodik koruma yönteminde ise dışarıdan gerilim uygulanarak korunacak metal negatif potansiyelde, yardımcı anot olarak adlandırılan metal ise pozitif

potansiyelde tutularak katotta bulunan metalin oksitlenmesi engellenmiş olur. Dış akım kaynaklı katodik koruma yönteminde herhangi bir elektrot anot olarak kullanılabilir (Şekil 1).

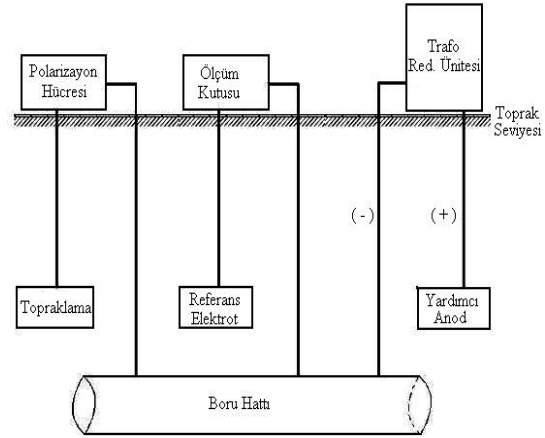
Anot olarak seçilen elektrot bir DC (direct current) gerilim kaynağının (+) ucuna, korunacak metal ise (-) ucuna bağlanır. Bu şekilde bir elektrolitik ortam içerisine iki elektrot yerleştirilmiş olur. Ancak anot üzerinden çekilen akım (elektronlar), bir DC gerilim kaynağı ile sağlanır, anot elektrotu az kütle kaybına uygun malzemeden seçilir (çelik 9kgxAmper/Yıl, titanyum 2-3mgxAmper/Yıl). Böylece anodu çok fazla korozyona uğratmadan katodu korumak için gereken yapı oluşturulur [10]. Katodik davranmaya zorlanarak çözünmesi önlenecek metale, uygulanacak katodik akımın miktarı, yüzeyin çıplaklığına ve elektrolitik ortamın (toprağın) rezistivitesine (özgül direncine) bağlıdır. Katodik akım uygulanmış bir metalik yapının potansiyeli negatif yöne kayar ve belli değere erişir. Herhangi bir metalik yapının yeterli korunup korunmadığı potansiyel ölçümleri ile tespit edilir. Potansiyel ölçümleri doymuş bakır/bakır sülfat referans elektrotu yardımı ile yapılabilir. Demir ve çelik için koruma potansiyeli (metal/elektrolitik arasındaki potansiyel farkı -850mV veya daha negatif olmalıdır. Bu potansiyelin (-) 650mV'un altına düşmesi demir veya çelik yapıda korozyonun başladığını gösterir.

Koruma potansiyelinin -1200mV'un üzerinde olması ise, katotta hidrojen çıkışının olmasına ve çeliğin kırılma hızına sebep olabilir. Koruma yapılmadan önceki potansiyeli -400mV olan bir yapıda koruma akımı uygulandıktan sonra -850mV değeri ölçülmeyebilir. Bu gibi durumlarda, ilk potansiyelin 300mV negatif yönde kaydırılması koruma kriterinin sağlandığı anlamına gelmektedir [11].

2.1. Polarizasyon Hücresi (Polarization Cell)

Doğru akıma yüksek empedans, alternatif akıma düşük empedans gösteren polarizasyon hücreleri katodik koruma sistemlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Toprak altında kilometrelerce yol kat eden boru hatları Şekil 2'de de görüldüğü gibi yüksek gerilim hatlarına paralel olarak devam edebilmektedir. Yüksek gerilim hatlarının meydana getirdiği elektromanyetik alanının etkisi ile boru hattı üzerine 50Hz'lik alternatif gerilim indüklenmektedir. İndüklenen gerilimden dolayı boru hattı koruma kriteri değişmekte, yanılığlara ve deşarj noktalarından delinmelere neden olmaktadır [12].

Yıldırım cumulo nimbus bulutları tarafından meydana gelmektedir. Bulutların üst tarafı pozitif yüklü buz kristallerinden oluşurken tabanı negatif yüklü su damlacıklarından oluşur. Pozitif / negatif yük farklılıklarının sebebi atmosferik türbülansdır. Yükler arasında yüksek yoğunlukta elektriksel bir alan oluşur



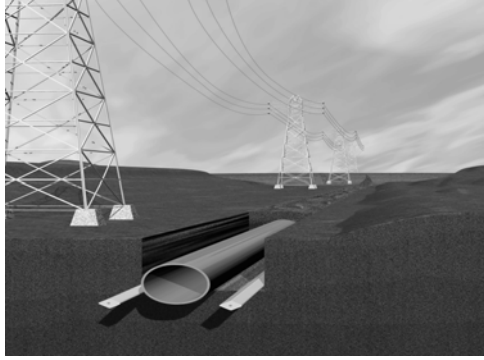
Şekil 1. Dış akım kaynaklı katodik koruma (Impressed current cathodic protection)

ve bu alan dağılma noktasına ulaştığında bir elektriksel deşarj meydana gelir. Bu deşarj; bulutla bulut arasında şimşek çakması şeklinde olduğu gibi bulutla yer arasında yıldırım düşmesi şeklinde de oluşabilir. Atmosfer olayları sırasında yerdeki elektriksel alan yaklaşık -100V/m'dir. Fırtına (negatif fırtına) yaklaştıkça bu 10KV/m -20KV/m arasında pozitif bir değere dönüşür. Bulut ile yer arasındaki potansiyel fark onlarca mega volt değerindedir. Yıldırım düşmesi sonucu boru hattında oluşan yüksek gerilimde boru hatlarının deşarj noktalarında delinmesine neden olmaktadır. Yıldırım düşmesi sırasında gerilim sınırlayıcı olarak çalışan polarizasyon hücresi boru hattı üzerindeki gerilimi toprağa akıtarak boru hattının korunması sağlamaktadır. Ayrıca trafo merkezinden boru hattına uygulanan gerilimin herhangi bir sebepten dolayı aşırı artması polarizasyon hücresi sayesinde sınırlandırılmakta ve boru hattı üzerinden aşırı akım geçmesinden dolayı oluşabilecek sorunları önlenmektedir [13-15].

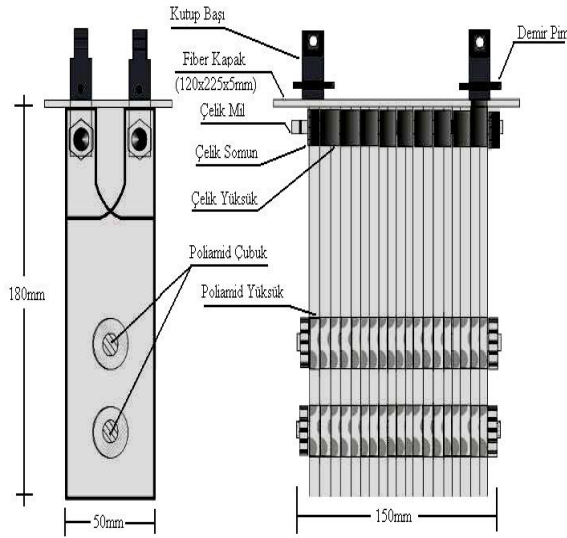
3. GERÇEKLEŞTİRİLEN POLARİZASYON HÜCRELERİ (THE REALIZE POLARAZITAION CELLS)

3.1. Sulu Polarizasyon Hücresi (Liquid Polarization Cell)

Şekil 3'de diyagramı ve Şekil 5'de fotoğrafı görülen sulu polarizasyon hücresi (SPH) katodik koruma esnasında boru hattındaki aşırı voltaj değişimleri bloke eden elektrolit bir şalterdir. Hücre, %30 potasyum hidroksit (KOH) elektrolit solüsyonuna batırılmış paslanmaz çelik plakalardan oluşmaktadır. Hücre içerisinden doğru akım geçerken negatif plakalarda hidrojen gazının, pozitif plakalarda oksijen gazının oluşmasına sebep olur. Polarizasyon hücresine uygulanan voltaj arttıkça yükselen akım, plakalar üzerindeki film kalınlığının artmasına neden olur. Bu kalınlık belli bir eşik değere ulaştığında film kırılır ve polarizasyon hücresinin direnci düşer. Bu sayede boru hattı üzerindeki gerilimi sınırlar.



Şekil 2. Elektromanyetik dalganın boru hattı üzerindeki etkisi (The effects of electromagnetic field on pipeline)

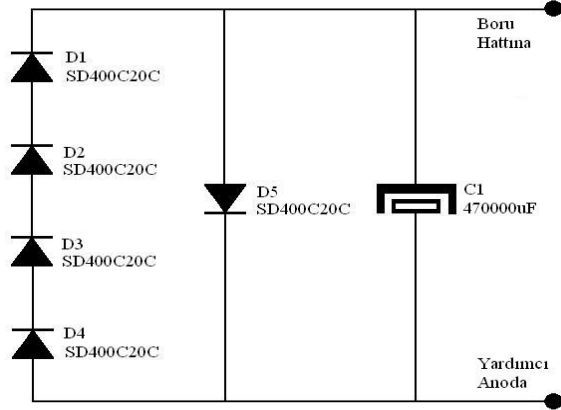


Şekil 3. Gerçekleştirilen sulu polarizasyon hücresi (The realized liquid polarization cell)

Polarizasyon hücresinde kullanılan KOH kuru olarak nakledilmeli montaj yerinde elektrolit hazırlanmalıdır. Polarizasyon hücresi iyi havalandırılan kuru bir yere monte edilmelidir. Buğulaşmayı, atmosferik gazların emilmesini ve yüksek akım altındaki köpürme fazlasını önlemek için elektrolit üzerine yağ eklenerek elektrolit yüzeyinde bir yağ tabakası oluşturulur. Ayrıca atmosferdeki karbon dioksit emilimi ve polarizasyon hücresinden geçen akım su ve potasyum hidroksit harcamasından dolayı elektrolit belli aralıklara yenilenmelidir. Elektrolitin yenilenirken kablo bağlantıları açılmalı, plakalar yerinden çıkartılmalı ve çözelti uygun bir yere dökülmelidir. Plakalar temiz su ile yıkanmalıdır. Plakalar üzerinde renk değişikliği normaldir. Ancak, plakalarda, delinmeler ve keskin kenarlar oluşması, öngörülenden fazla akım geçtiğini veya hücrenin uygun olmayan elektrolit ile çalıştığını gösterir. Bu durumda polarizasyon hücresi değiştirilmelidir.

3.2. Katı Durumlu Polarizasyon Hücresi (Solid State Polarization Cell)

Gerçekleştirilen katı durumlu polarizasyon hücresinin (KDPH) açık devre şeması Şekil 4'de ve fotoğrafı



Şekil 4. Gerçekleştirilen katı durumlu polarizasyon hücre devre şeması (Circuit schemes of realized solid state polarization cell)

Şekil 5'de görülmektedir. 470000 μ F'lık C1 kondansatörü havai hatlardan gelen 50Hz'lik şebeke frekanslı elektromanyetik girişime karşı 6,77m Ω 'luk empedans göstererek boru hattı üzerinde girişimleri yardımcı anot üzerinden toprağa aktarmaktadır.

D1, D2, D3 ve D4 diyotları negatif boru hattı potansiyelini koruma gerilim sınırları içerisinde kalmasını sağlamaktadır. Bu sayede negatif boru hattı potansiyelin aşırı artmasına bağlı olarak meydana gelen hidrojen gazının açığa çıkması ve boru hattı kırılabilirliğinin artmasını engellemektedir. Ayrıca yıldırım düşmesi sırasında devreye girerek boru hattı üzerindeki kısa süreli yüksek gerilim düşümü ve akım geçişini sınırlar ve boru hatlarının yıldırım düşmesine bağlı olarak delinmesini önler. D5 diyodu boru hattı potansiyelinin toprağa göre daha pozitif olmasını sınırlamakta ve korozyon oluşumunun hızlanmasını engellemektedir.

4. DENEYSEL SONUÇLAR (EXPERIMENTAL RESULTS)

Gerçekleştirilen sulu ve kuru polarizasyon hücrelerinin boru hattını korumadaki özellikleri belirlemek için polarizasyon hücrelerinin AC ve DC gerilimlere karşı gösterdiği tepkiler ölçülmüştür. Polarizasyon hücrelerinin DC karakteristiklerini belirlemek için ayarlı güç



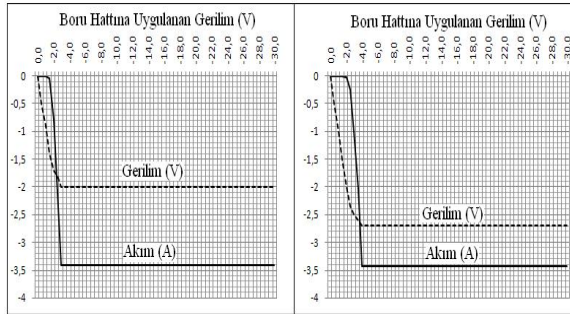
Şekil 5. gerçekleştirilen sulu ve katı durumlu polarizasyon hücre fotoğrafları (Photographs of realized solid state and liquid polarization cells)

kaynağı ile boru hattına 0V ile 30V arasında 0,5V aralıkla gerilimler uygulanmıştır. Uygulanan gerilim sonrası sulu ve kuru polarizasyon hücreleri sıra ile boru hattına bağlanmış ve boru hattında düşen gerilim PROTEK 3502C marka osiloskop ile ölçülürken polarizasyon hücrelerinden geçen akım MY-69 multimetre ile ölçülerek kayıt edilmiştir.

Polarizasyon hücrelerinin anot girişine (+), boru hattına (-) kutuplu gerilim uygulandığında ölçülen DC karakteristik eğrileri Şekil 6'da görülmektedir. Şekil 6a ve Şekil 6b kıyaslandığında polarizasyon hücrelerinden 0A akım geçtiği durumlar için sulu polarizasyon hücreleri boru hattı gerilimini -1V'da tutarken kuru polarizasyon hücrelerinin -2V'ta tuttuğu ölçülmüştür. Boru hattına -3V ve üzerinde gerilim uygulandığında sulu polarizasyon hücreleri boru hattı gerilimini -2V'ta tutarken kuru polarizasyon hücreleri -3,5V ve üzeri gerilimlerde boru hattını -2,7V'ta sabit tutmuştur.

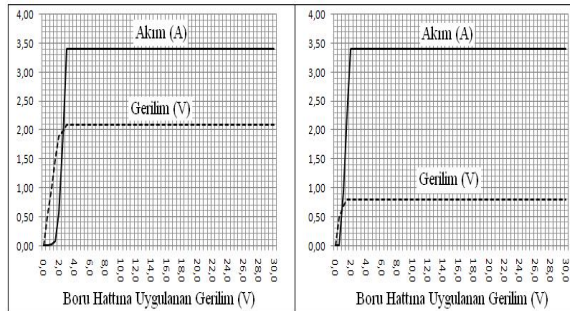
Boru hattının anoda göre daha pozitif olabileceği durumlar için boru hattının DC karakteristiğini incelemek için polarizasyon hücrelerinin anot girişine (-), boru hattına (+) kutuplu gerilim uygulandığında elde edilen DC karakteristik eğrileri Şekil 7'de görülmektedir.

Şekil 7a ve Şekil 7b kıyaslandığında polarizasyon hücrelerinden 0A akım geçtiği durumlar için sulu



a) SPH b) KDPH

Şekil 6. Doğru kutuplanmış polarizasyon hücreleri DC karakteristiği (DC characteristic of forward polarization cell) a) Liquid Polarization Cell b) Solid State Polarization Cell



a) SPH b) KDPH

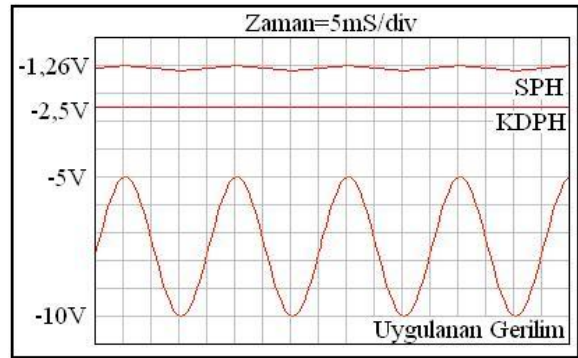
Şekil 7. Ters kutuplanmış polarizasyon hücreleri DC karakteristiği (DC Characteristic of Reverse Polarization Cell) a) Liquid polarization cell b) Solid state polarization cell

polarizasyon hücreleri boru hattı gerilimini +1,5V'ta tutarken kuru polarizasyon hücreleri boru hattı gerilimini +0,5V'ta tuttuğu ölçülmüştür. Sulu polarizasyon hücreleri boru hattına +3V ve üzeri gerilim uygulandığında boru hattı gerilimi +2,1V'ta tutarken kuru polarizasyon hücreleri +1V ve üzeri gerilimlerde boru hattı gerilimini +0,8V'ta sabit tutmuştur.

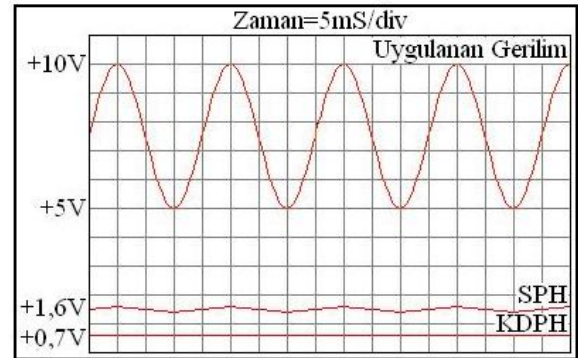
Gerçekleştirilen polarizasyon hücrelerinin elektromanyetik gürültüyü bastırmasını test etmek için TOPWARD 8150 sinyal jeneratörü ile -7,5V DC üzerine 50Hz (şebeke frekansı) 5Vpp'lik işaret boru hattına uygulanmıştır. Uygulanan gerilim sonrası sulu ve kuru polarizasyon hücreleri sıra ile boru hattına bağlanmış ve boru hattında düşen gerilim PROTEK 3502C marka osiloskop ile ölçülmüştür (Şekil 8).

Boru hattının anoda göre daha pozitif olabileceği durumlar için TOPWARD 8150 sinyal jeneratörü ile +7,5V DC üzerine 50Hz (şebeke frekansı) 5Vpp'lik işaret boru hattına uygulanmıştır. Uygulanan gerilim sonrası sulu ve kuru polarizasyon hücreleri sıra ile boru hattına bağlanmış ve boru hattında düşen gerilim PROTEK 3502C marka osiloskop ile ölçülmüştür (Şekil 9).

Şekil 8 ile Şekil 9 kıyaslandığında sulu ve kuru polarizasyon hücreleri DC gerilimi katodik koruma geriliminde sınırlamaktadır. Ancak sulu polarizasyon hücreleri kimyasal reaksiyon tepkimesinin yavaş



Şekil 8. Doğru kutuplanmış polarizasyon hücrelerinin AC'ye davranışı (AC behaviors of forward polarization cell)



Şekil 9. Ters Kutuplanmış Polarizasyon Hücrelerinin AC'ye davranışı (AC behaviors of reverse polarization cell)

olmasından dolayı uygulanan alternatif gerilime karşılık $50mV_{pp}$ salınımına neden olurken aynı şartlarda katı durumlu polarizasyon hücresi 50Hz'lik salınımı $470000\mu F$ 'lık kondansatör sığasının çok büyük olmasından dolayı salınımı ortadan kaldırdığı ölçülmüştür. Frekansı 50HZ'in katları ve genlikleri düşerek giden 50HZ'lik şebeke frekansına ait harmonikler reaktansı frekans ile ters orantılı olan C1 kondansatörü ile bastırılmıştır. Bundan dolayı boru hattı üzerinde harmonik etkileri görülmemektedir.

Boru hattı üzerine veya yakın çevresine yıldırım düşmesi sırasında boru hattı potansiyeli aşırı yükselir. Boru hattına bağlı polarizasyon hücresi boru hattı gerilimini sınırlamaya çalışırken üzerinden yüksek bir akım geçirmektedir. Sulu polarizasyon hücresindeki elektrolit bu akım geçişi sırasında aşırı ısınıp taşma ihtimali vardır. Katı durumlu polarizasyon hücresinde kullanılan yüksek gerilim dalgalanmalarına hızlı cevap verebilme özelliğine sahip SD400C20C diyotları 2KV ve 800A'e kadar yıldırım düşmelerine karşı boru hattına koruma yapabilmektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA (RESULT AND DISCUSSION)

Malzeme, enerji, emek ve ürün kaybına neden olan korozyon çevreyi kirleten ve insan hayatını tehlikeye sokan bir değişimdir. Korozyonu önlemek için farklı metotlarla çalışan katodik koruma sistemleri kullanılmaktadır. Ancak katodik korumanın doğru yapılabilmesi öncelikle boru hattı üzerinden yapılan ölçümlerin doğruluğuna, boru hattının çevre şartlarına bağlı olarak oluşabilecek olan olumsuz etkilerin uzaklaştırılmasına ve gürültü sinyallerinin bastırılmasına bağlıdır.

Bu çalışmada, %30 potasyum hidroksit (KOH) elektrolit solüsyonlu sulu polarizasyon hücre ve elektronik devre elemanları ile katı durumlu polarizasyon hücreleri tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sulu polarizasyon hücresi boru hattı üzerine takıldıktan sonra elektrolit sıvısı belli periyotlarda bakıma ihtiyaç vardır. Çünkü polarizasyon hücresinden fazla akım geçtiği durumlarda elektrolit köpürerek taşmakta ve ortamdaki diğer ekipmanlara zarar verebilmektedir. Bir diğer durum da elektrolit sıvısı çevre şartlarına bağlı olarak azalmaktadır. Bu durum hem zaman hemde iş gücü kaybına neden olmaktadır. Gerçekleştirilen katı durumlu polarizasyon hücresinin bakıma ihtiyaç duymaması zaman ve iş gücü kazandırmaktadır. Ayrıca her iki polarizasyon hücresinin elektriksel karakteristikleri incelendiğinde gerçekleştirilen katı durumlu polarizasyon hücresinin boru potansiyeli istenen değerlerde tuttuğu ve 50Hz'lik elektromanyetik gürültüyü bastırdığı görülmektedir. Yapılan bu çalışma katodik koruma sistemlerinde gerçekleştirilen katı durumlu polarizasyon hücresinin iş gücü, zaman ve güvenlik açısından sulu polarizasyon hücresine göre birçok fayda getirdiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmaya, katı durumlu polarizasyon hücrelerinin boru hatlarına takılarak dış akım kaynaklı katodik koruma sistemlerine olan etkisinin incelenmesi ve saha testlerinin yapılması ile devam edilecektir.

SEMBOLLER (SYMBOLS)

KOH	: Potasyum hidroksit
AC	: Alternatif Akım
A	: Amper
DC	: Doğru Akım
mA	: Mili Amper
V	: Volt
Hz	: Hertz
mV	: Mili Volt

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Akcayol M. A., "Bulanık Mantık Denetimli Katodik Koruma Devresi Tasarımı" **G.U. Journal of Science**, 17(1), syf:111-127, 2004
2. Baeckmann W., Schwenk W., Prinz W., **Handbook of Cathodic Corrosion Protection: Theory and Practice of Electrochemical Protection Processes, Third Edition**, Third Gulf Publishing, ISBN: 0884150569, 1997
3. Corbett R. A., "Cathodic Protection as an Equivalent Electrical Circuit", **IEEE Transactions On Industry Applications**, vol: IA-21, no: 6, pg:1533-1537, 1985
4. Özkun T. "Korozyonun Çevreye ve Yapı Güvenliğine Etkileri", **Dizayn Konstruksiyon**, syf:85-88, Eylül, 2005
5. Information sheet IS-7-2, "Solid State Polarization Cell with Intelligent Switch Device", <http://www.metricorr.com>, 17.02.2009
6. "Zinc Ribbon Anodes - AC Mitigation", <http://www.plattbros.com/ribbon.htm>, 17.02.2009
7. Akcayol M. A., "Application of Fuzzy Logic Controlled Cathodic Protection on Iraq-Turkey Crude Oil Pipeline", **Applied Intelligence**, vol:23, pg:43-50, 2006
8. Akcayol M. A., Sagioglu S., "Neuro-Fuzzy Controller Implementation For An Adaptive Cathodic Protection On Iraq-Turkey Crude Oil Pipeline", **Applied Artificial Intelligence**, vol:21, pg:241-256, 2007
9. Nelms R. M., Cahela D. R., Tatarchuk B. J., "Using a Debye Polarization Cell to Predict Double-Layer Capacitor Performance", **IEEE Transactions On Industry Applications**, vol:37, no: 1, pg:4-9, 2001
10. Glazov N. P., Shamshetdinov K. L., "Protection of Steel Pipelines against Underground Corrosion", **Protection of Metals**, vol: 38, no: 2, pg: 172-175, 2002
11. TSE 5141 EN 12954, "Katodik Koruma-Suya Gömülü veya Suya Daldırılmış Metalik

- Yapılar İçin-Boru Hatları İçin Genel Prensipler ve Uygulama**", Türk Standartları Enstitüsü
12. Nelson J. P., Holm W.K., "A Cathodically Protected Electrical Substation Ground Grid", **IEEE Transactions On Industry Applications**, vol: IA-21, no: 2, pg: 357-361, 1985
 13. Wang Q. H., Zhu X., Tsonwu S., "Achromatic polarization switch using a film-compensated twisted nematic liquid crystal cell", **Liquid Crystals**, vol:31, no:4, pg:535-539, 2004
 14. Patent Number: 5,436,786, "**Isolator Surge Protector for DC Isolation and AC Grounding Of Cathodically Protected Systems**", United States Patent, 1995
 15. "Yıldırım ve Yıldırımdan Korunma", http://www.amper.com.tr/yildirim_nedir_ve_yildirim_nasil_duser-178.html, 26.02.2009.