



**BORU HATLARI İLE PETROL TAŞIMA A.Ş.**

1	26.06.2013		KATODİK KORUMA GRUBU	ŞARTNAME HAZIRLAMA KOMİSYONU
Rev. No.	Tarih	Açıklama	HAZIR.	KONTROL
<b>KATODİK KORUMA SİSTEMİ DİZAYN KRİTERLERİ VE TASARIMI ŞARTNAMESİ</b>				
<b>4-NGTL 0 – GN – E – 002 – 8001</b>				Rev. 1
				Sayfa 12

## İÇİNDEKİLER

- 1.0 KAPSAM
- 2.0 STANDARTLAR
- 3.0 GENEL
- 4.0 SAHA İNCELEMESİ
- 5.0 KATODİK KORUMA SİSTEMİ ELEMANLARI
- 6.0 GALVANİK ANOT İLE KORUMA
- 7.0 GEÇİCİ KATODİK KORUMA
- 8.0 YÖNLENDİRİLMİŞ YATAY SONDAJ İLE GEÇİLEN BÖLÜMLER
- 9.0 YÜKSEK GERİLİM HATLARI VE ELEKTRİK ENERJİSİ İLE İŞLETİLEN  
DEMİRYOLU HATLARI İLE ETKİLEŞİM
- 10.0 DİĞER HÜKÜMLER

## **1.0 KAPSAM**

Bu şartname karada döşenen boru hattı ve istasyonlar için katodik koruma sisteminin genel tasarım felsefesini, dizayn kriterlerini ve tasarımı için yapılacak hesaplamaları açıklamaktadır.

## **2.0 STANDARTLAR**

Katodik koruma sistemi tasarımında teknik şartnameler ile birlikte aşağıdaki standartların gereklerine uyulacaktır:

- TS 5141 EN 12954 “Katodik Koruma-Suya Gömülü veya Suya Daldırılmış Metalik Yapılar İçin-Boru Hatları İçin Genel Prensipler ve Uygulama ”
- ISO 15589 Petroleum and Natural Gas Industries - Cathodic Protection of Pipeline Transportation systems
- NACE SP 0169 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems

## **3.0 GENEL**

Kalıcı katodik koruma sistemi 20 yıl ömre göre dizayn edilecektir.

Şartnameye konu tesisler gerektiği hallerde galvanik anotlarla desteklenen dış akım kaynaklı bir katodik koruma sistemi ile korunacaktır.

Kesonlar galvanik koruma ile korunacaktır.

Hiçbir durumda, yeraltı boru hattı kesonlarla ya da yabancı yer altı yapılarla temas etmeyecektir.

Boru hatları ile yer üstü istasyonlar monolitik izolasyon contaları aracılığı ile elektriksel olarak izole edilecektir.

Boru – toprak potansiyelinin belirlenen noktalarda ölçülen değeri, IR gerilim düşmesi dikkate alınarak maksimum ve minimum değerler olarak sırasıyla doymuş Cu/CuSO<sub>4</sub> referans elektroduna göre –0.85 V (bataklık zeminlerde 0,95 V) ve –1.20 V olacaktır.

## **4.0 SAHA İNCELEMESİ**

Yüklenici boru hatlarının güzergahı veya istasyonlarında korunacak olan borulama sistemleri hakkında bir araştırma yapacak ve bir rapor hazırlayarak İdarenin onayına sunacaktır. Bu rapor hazırlanırken en az aşağıdaki konular araştırılacaktır:

- Boru hattı detayları (boru çapı, et kalınlığı, izolasyon tipi, beton kaplamalı boru

bölmeleri vb.)

- Topografik detaylar ve toprak yapısı (anaerobik bakteri aktivitesi olan yerler özellikle incelenecektir)
- PH seviyesi
- İklimsel durum (toprağın donması gibi), istasyon yerleri için alt ve üst meteorolojik veriler (sıcaklık, nem) ve rakım
- 66 kV ve üzeri yüksek gerilim hatlarının mevcudiyeti, boru hattına göre konumları ve işletme akım ve gerilimleri, direklerinin boru hattına mesafeleri ve Enerji Nakil Hatları (ENH) ile boru hattının kesişim açıları, paralellik durumunda ara mesafe ve paralelliğin uzunluğu
- Elektrikle tahrik edilen tren hatlarının boru hatlarına mesafesi ve bu hatların elektriksel büyüklükleri
- Boru hattı güzergahı yakınındaki elektrik şalt tesislerin yerleri
- Boru hattına 200m mesafe içerisindeki yabancı boru hatları, enerji kabloları gibi alt yapılar. (Katodik koruma sistemine sahip olanlar özellikle belirtilecektir)
- Boru hattı istasyonlarının yerleri
- Kanal, dere, nehir, karayolu ve demiryolu geçişleri
- Kesonlu geçiş yapılan yerleri ve uzunlukları
- Yatay sondaj yerleri ve uzunlukları
- Trafo/redresör (T/R) ünitesi konulacak yerlerde AC güç kaynağının mevcudiyeti

Bu araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ile birlikte, Yüklenici tarafından hazırlanacak katodik koruma dizayn dosyasında minimum aşağıdaki bilgiler yer alacaktır.

- Korunacak metalik yapının başlangıçta ve dizayn ömrünün sonunda beklenen akım ihtiyacı
- Katodik koruma sistemindeki kayma (zayıflama) dikkate alınarak katodik koruma istasyonlarının yerleri
- Dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi anot yataklarının bulunduğu yerdeki toprak

direnci

- Anot yatağının dizayn tipi ve fiziki büyüklükleri
- Katodik koruma sisteminin toplam direnci
- Anot malzemesi, anot akım yoğunluğu ve anot ömrü
- Katodik koruma istasyonlarının kapasiteleri
- Öngörülen ölçü kutularının yerlerini ve tiplerini gösteren liste
- Gerekli çizimler (Anot yatağı yerleşimi, KK sistemi genel görünüm, uygulama çizimleri, yerleşim çizimleri)

Bu uygulama raporu doğrultusunda, Yüklenici uygun standartları ve kuralları takip ederek Kapsam kısmında ifade edilen tesisleri korumak için uygun olarak tasarlanmış bir KK sistemi tesis ederek testlerini yaparak devreye alacaktır.

## **5.0 KATODİK KORUMA SİSTEMİ ELEMANLARI**

Her bir KK istasyonu direkt olarak istasyon alçak gerilim (220 / 380 V – 50 Hz) şebekesinden beslenecektir. Tipik bir KK sistemi çizimleri Çizim No. 3-NGTL-0-GN-E-001-8001 ila 8021 arasındaki çizimlerde gösterilmiştir. Buna göre her bir KK sistemi temel olarak aşağıdakilerden meydana gelecektir:

- bir anot yatağı
- otomatik bir trafo/redresör ünitesi
- bağlantı kabloları
- ölçü kutuları

### **5.1 ANOT YATAĞI**

Anot yatağı, ilgili çizimlere ve aşağıda ifade edilen gerekliliklere göre tesis edilmiş olan bir dizi anottan oluşacaktır. Bu, en düşük dirence sahip olan toprak içerisinde ve boru hattından ya da diğer bir yeraltı metal yapıdan en az 100 m uzakta bulunacaktır. Korunacak boru hattı uzunluğunun 30 km'den kısa olması durumunda İdare'nin onayına bağlı olarak bu mesafe kısaltılabilir.

Dış akım sistem derin kuyu anot yatağının gerekli olması halinde, NACE standardı SP – 0572 uygulanarak tasarlanan sistem, onay için BOTAŞ'a sunulacaktır.

Anot yataklarının boyutları aşağıdaki parametreleri karşılayacak şekilde belirlenir:

- anot grubu yatağı direnci (artı kablolar) < 2 Ohm
- kablo direnci < 0.2 Ohm
- 20 yıllık dizayn ömrü

Anot grubu yatakları, bir kok artığı dolgu içerisinde yatay konumda 1.6 metre derinliğe ve 3 metre merkezden merkeze aralıkla tesis edilmiş, 4 – NGTL O – GN – E – 002 – 8011 Metal-Oksit Kaplı Titanyum Anot Şartnamesi'ne uygun seri bağlı metal oksit kaplı titanyum anotlardan oluşan bir dizi ile yapılacaktır.

Anot grubu yatağı, 2 Ohm'u aşmayan bir devre direncinin (anot grubu yatağı + kablolar) elde edilmesini sağlayacak şekilde, 0.35 kg/Amp yıl değerinde bir tüketim oranı ve %0.75'lik bir kullanım faktörü göz önüne alınarak trafo – redresör nominal akım çıkışında minimum 20 yıllık bir performans ömrü sağlanacak şekilde dizayn edilecektir.

### **5.1.1 Gerekli Anot Sayısının Tespiti**

#### **5.1.1.1 Toprak Direnci Ölçümü**

Toprak direnci ölçümleri boru hattının tüm uzunluğu boyunca, en fazla bir kilometre aralıklarla yapılacaktır. Ayrıca buna ilaveten tüm katodik koruma istasyon yerlerinde toprak direnci ölçümleri gerçekleştirilecektir.

Toprak direnci Wenner 4 elektrotlu yöntemi kullanılarak ölçülecektir. Bu yöntemde elektrotlar düz bir hat oluşturacak şekilde eşit aralıklı olarak yerleştirilecek ve elektrot aralığının %5'ini geçmeyen derinliğe kadar çakılacaktır.

Toprak direnci ölçümü için kullanılacak cihaz, virgülden sonar üç basamak hassasiyetinde ve %2 veya daha iyi doğrulukta olacaktır.

Elektrotlar 12-16 mm çapında ve 40 ile 60 cm uzunluğunda olacak ve galvanizli çelikten imal edilmiş olacaktır.

Toprak direnci şu formülle hesaplanacaktır

$$R_t = 2\pi R$$

a = elektrotlar arasındaki mesafe (metre)

R = Ölçülen direnç (ohm)

Toprak inceleme raporundan elde edilen toprak direnci ve kaplama türü ilişkisi esasları içerisinde boru hatlarına ait boru kaplamalarının boru güzergahı ortalama toprak spesifik direncine göre aldığı değerler aşağıdaki tabloda (Tablo-1) verilmiştir:

Zemin Özgül Direnci ( $\Omega.cm$ )	Boru-Toprak Kaplama Direnci ( $R_o$ )
2500 den küçük	3000
2500-4000 arası	5000
4000-10000 arası	6000
10000'den büyük	12000

Tablo-1: Boru-Toprak Kaplama Direncinin Zemin Özgül Direncine göre değişimi

Toprak direnci değerleri ve kaplama türü temelinde, gerekli akım yoğunlukları aşağıdaki gibi olacaktır:

TOPRAK DİRENCİ	AKIM YOĞUNLUKLARI ( $mA / m^2$ )	
ARALIK ( $ohm / m$ )	KAPLANMIŞ ALAN	ÇIPLAK ALAN
<10	2,5	100
10 - 30	2,0	80
20 – 100	1,5	60
>100	1,0	40

Tablo-2: Toprak direncine göre gerekli akım yoğunlukları

#### 5.1.1.2 Potansiyel ve Akım Heaplamaları

Boru malzemesi olan çeliğin özgül direnci  $0.18 \times 10^{-6}$  Ohm.m'dir.

Boru hatlarının korunması için gerekli olan potansiyel artışı ve akım aşağıdaki formüllerle tanımlanır:

$$E_1 = E_2 \cosh(A(x_2 - x_1)) + R_k I_2 \sinh(A(x_2 - x_1))$$

$$I_1 = I_2 \cosh(A(x_2 - x_1)) + E_2 \sinh(A(x_2 - x_1)) / R_k$$

Burada:

$$R_k = \sqrt{R_1 R_t} \quad R_1 = \frac{Ss}{\Pi(D - t_k)t_k}$$

$$R_t = \sqrt{\frac{R_0}{\Pi D}} \quad A = \sqrt{\frac{R_1}{R_t}}$$

A = sönümlenme sabiti

E<sub>1</sub>= drenaj noktası “1”de potansiyeldeki değişim (V)

E<sub>2</sub> = nokta “2”de potansiyeldeki değişim (V)

I<sub>1</sub> = drenaj noktası “1”deki akım (A)

I<sub>2</sub> = nokta”2”deki akım (A)

R<sub>k</sub>= boru hattı karakteristik direnci (Ω)

R<sub>1</sub> = bölümün uzunlamasına direnci (Ω/m)

R<sub>t</sub> = bölümün kaçak ya da enlemesine direnci (Ω.m)

Ss= çelik özgül direnci (Ω.m)

R<sub>0</sub>= boru – toprak kaplama direnci direnci (Ω.m<sup>2</sup>)

D= boru hattının dış çapı (m)

T<sub>k</sub>=boru et kalınlığı (m)

X<sub>1</sub>= orijinden X<sub>1</sub>’e olan mesafe

X<sub>2</sub>= orijinden X<sub>2</sub>’ye olan mesafe

π = 3.141592

Boru – toprak potansiyeli, Cu/CuSO<sub>4</sub> referans elektrotu referans alınarak –0,450 V olduğu varsayılan doğal potansiyel üzerine arttırılarak hesaplanan potansiyel artışına eşit olacaktır.

Her bir yatay anot yatağı Dwight formülüne göre boyutlandırılacaktır:

$$R = \frac{0.001592f}{L} \left[ \ln \left[ \frac{4L^2 + 4L\sqrt{H^2 + L^2}}{DH} \right] + \frac{H}{L} - \frac{\sqrt{H^2 + L^2}}{L} - 1 \right]$$

Burada:

R=anot grubu yatağı direnci (ohm)

f = toprak direnci (Ohm.m)

L = anot grubu yatağı uzunluğu (m)

D = anot çapı veya dolgu eşdeğer çapı

H = anot grubu yatağı derinliğinin iki katı (m)

Tüm beklenmedik durumlar göz önüne alınarak, hesaplanan gerekli akım %15 artırılır ve trafo / redresör güç kapasitesi de %25lik bir emniyet faktörü göz önüne alınarak belirlenir.



## **5.2 TRAFO – REDRESÖR (T/R) ÜNİTESİ**

T/R bir AC güç kaynağı tarafından beslenecek ve aşağıdakilerle teçhiz edilecektir:

- tek fazlı trafo
- tam dalga köprü ile bağlanmış silikon diyotlardan yapılmış redresör,
- hava soğutma ya da gerekli olması halinde yağla soğutma
- otomatik trafo / redresör birimi
- akım ve gerilim çıkışlarının kontrolü ve boru hattı ile sabit Cu/CuSO<sub>4</sub> arasındaki koruma potansiyel seviyesinin ölçümü amaçlı alet paneli, referans elektrot.
- Ekipmanın korunması amaçlı cihazlar
- Aletler toz geçirmez bir kabin içerisine yerleştirilecek, bu kabin harici tesisat için uygun olacaktır.
- T/R üniteleri, arıza, ve ölçüm değerlerini 4-20 mA dönüştürücü ile SCADA sistemine aktarma özelliklerine sahip olacaktır
- T/R muhafazası çıplak bakır topraklama sistemine bağlanacaktır. Elektriksel direnç 20 Ohm ya da daha az olacaktır.
- Katodik Koruma redresörleri, otomatik/manuel çalışma özelliklerine sahip olacak. Otomatik çalışma durumunda herhangi bir problem olduğunda sistem manuel çalışma moduna geçerek çalışmaya devam edecektir.
- T/R üniteleri tehlikeli olmayan alanlara yerleştirilecektir.

T/R üniteleri gerekli dizayn gücüne göre %25'lik bir ilave kapasiteye sahip olacaktır.

T/R, 4-NGTL-0-GN-E-002-8010 numaralı şartnamesine uygun olacaktır.

## **5.3 BAĞLANTI KABLOLAR**

PVC yalıtımlı, PVC kılıflı çok damarlı fleksibıl bakır kablolar kullanılarak bağlantılar yapılacaktır.

Kabloların minimum kesiti aşağıdaki gibi olacaktır:

- negatif ve pozitif devreler 35 mm<sup>2</sup>
- test istasyonları:
- potansiyel izleme 10 mm<sup>2</sup>
- akım ölçümü 25 mm<sup>2</sup>
- eş potansiyel bağlantısı 25 mm<sup>2</sup>

- topraklama bağlantıları 16 mm<sup>2</sup>

Negatif ve pozitif devrelerin elektriksel direnci 0.2 ohmdan daha yüksek olmayacaktır.

### **5.3.1 KABLO TANIMLAMASI**

Tüm katodik koruma kablosu uçları her bir terminal bloğunda, ölçü noktalarında ve fiderlerde aşağıdaki renk kodu anahtarına göre tanımlanacak ve etiketlenecektir:

1. boru hattı: siyah
2. yabancı boru hattı: beyaz
3. keson borusu: mavi
4. anot yatağı: yeşil
5. İzolasyon contaları kısa devresi:

tesis tarafı: kırmızı

boru hattı tarafı: siyah

6. Referans Elektrot

Referans elektrot: sarı

Boru hattı: sarı / yeşil

### **5.3.2 BORU HATLARINA KABLO BAĞLANTILARI**

Birleştirme noktasında boru üzerinde zararlı etkiler oluşmasından kaçınmak için, kablo – boru bağlantılarının termit kaynak ile gerçekleştirilmesi gerekir. Termit kaynak alanı, boru hattı kaplaması onarımları için kullanılanla aynı malzemeyle ya da BOTAŞ tarafından onaylanan eşdeğeri ile yeniden kaplanacaktır.

### **5.4 ÖLÇÜ KUTULARI**

Boru hattının yeraltı bölümleri boyunca, potansiyel ve akım okumaları için ölçü kutuları temin ve tesis edilecektir.

Tüm çelik kesonlu geçişlerde, bir ucu taşıyıcı boruya diğer ucu kesona bağlı iki uçtan oluşan bir test uç noktası sağlanacak, bağlantılardan biri çelik kesona bağlanacaktır.

Bu amaçla aşağıdaki yerlerde;

- İzolasyon contaları
- Katodik koruma istasyonları drain noktalarına
- Kesonlu geçişlerde (her iki ucuna)

- Nehir geçişlerinin her iki yanına
- Demiryolu geçişlerine
- Yol geçişlerine
- Enerji nakil hattı geçişlerinde (66 kV üzeri)
- Yatay sondajla geçilen yerlerde
- Katodik koruma uygulanan yabancı boru kesişmelerinde
- İstasyonlarda

şu ölçü noktaları tesis edilecektir:

- Keson test noktası (CTP); her kesonlu geçişte, her iki uçta
- Mevcut boru geçişi (EPC); diğer metalik yeraltı boru hatları ile olan geçişte
- Tek test noktası (STP); boru hattının her bir kilometresinde, istasyonlarda, nehir geçişlerinde, yatay sondajlı geçişlerde
- Eş potansiyel test noktası (ETP); Paralellik boyunca her 6 km'de bir
- Amperometrik test noktası (ATP); Nehir geçişlerinde ve boru hattı boyunca her 6km'de bir (ATP ve STP'nin kesiştiği yerde sadece bir ölçü kutusu konulur.)
- İzolasyon contası ölçü kutusu (SIJ), her bir izolasyon contasında.
- HVAC ölçü kutusu, Enerji nakil hattı geçişlerinde (66 kV üzeri), elektrikle tahrikli demiryolu geçişlerinde
- Anot yatağı ölçü kutusu (AYB ve AYS) Anot yatağının başında ve sonunda

Test bağlantısı noktalarının tipik tesisi, Detay Çizimler No: 3-NGTL-0-GN-E-001- 8001 ila 8010 arasında sunulmaktadır.

## **5.5 REFERANS ELEKTROTLAR**

Her bir katodik koruma ünitesi önceden paketlenmiş ve bir bentonit ve su karışımına daldırılmış olan bakır / bakır sülfattan yapılmış bir referans elektrotla teçhiz edilecektir.

## **5.6 İZOLASYON CONTALARI**

Aşağıda sayılan boru hattı bölümlerinde aksi belirtilmedikçe izolasyon contası kullanılacaktır.

- Boru hattı branşmanlarında
- Boru hattının toprak yüzeyine çıktığı istasyon/tesislerde (yer altı metalik yapı ile yer üstü metalik yapıyı ayırmak için)
- Boru hattının döşendiği zemin yapısında büyük oranda değişiklik olduğu yerlerde (örneğin deniz geçişlerinde, kuru zemin ile bataklık bölgeler arası geçişlerde)

- Katodik olarak korunan ve korunmayan boru hatlarını ayırmak için
- Gerekli olduğu yerlerde AC enterferans ve tellürik etkileri azaltmak amacıyla boru hattını bölümlere ayırmak için

İzolasyon contaları, aşırı gerilimlere karşı surge diverter kullanılmak yöntemi ile korunmalıdırlar. (1 kV'lık surge gerilimi ve 100 kA deşarj akımı). Surge diverterin izolasyon contasını üzerindeki tipik montajı Çizim No: 3-NGTL-0-GN-E-001-8006'da gösterilmiştir.

## **6.0 GALVANİK ANOT İLE KORUMA**

Galvanik koruma anotları, korudukları metalik yapıdan yatay olarak en az 2 m uzakta tesis edilecektir. Anotların birbirlerine olan mesafesi de en az 2 metre olacaktır.

Anotlar yabancı boru veya katodik olarak korunmayan bir metalik yapıya 2 metreden daha yakına tesis edilmeyecektir.

Galvanik koruma anotları ölçü kutuları üzerinden boruya bağlanacaktır.

## **7.0 GEÇİCİ KATODİK KORUMA**

Boru hattı bölümlerinin kanala indirilerek üzerinin kapatılması zamanı ile dış akım kaynaklı katodik koruma sisteminin devreye alınacağı zaman arasında bu bölüm için

- 100 ohm.m'nin üzerindeki toprak dirençleri için 6 aydan
- 20 – 100 Ohm.m arasındaki toprak dirençleri için 3 aydan
- 20 Ohm.m'den az olan toprak dirençleri için 1 aydan

fazla bir süre var ise Yüklenici bu boru hattı bölümleri için geçici katodik koruma sistemi tesis edecektir.

Geçici katodik koruma amacıyla yüklenicinin tercihine bağlı olarak magnezyum anotlar kullanılabileceği gibi minimum 60 A kapasiteye sahip bir TR ünitesi ile beslenen kalıcı veya geçici anot yataklarından oluşan dış akım kaynaklı bir sistem de tesis edilebilir.

Tesis edilen geçici katodik koruma sistemine ait aylık ölçümler alınarak kaydedilecek ve bu değerler İdareye iletilecektir.

Boru – toprak potansiyelinin değeri  $-0.85$  V'tan daha negatif tutulacaktır.

Enterferansa maruz kalan yerlerdeki borular için geçici Katodik koruma sistemi hemen tesis edilecektir.

Geçici Katodik koruma sistemi anotlarının dizayn ömrü minimum 2 yıl olacaktır.

Anot montajlarında sistemin borudan ayrılacağı, test edileceği ve tekrar bağlanacağı göz önünde bulundurulacaktır.

Tüm geçici koruma anotları, dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi devreye alınması öncesinde boru hattından ayrılacaktır.

### **8.0 YÖNLENDİRİLMİŞ YATAY SONDAJ İLE GEÇİLEN BÖLÜMLER**

Boru hatlarında yönlendirilmiş yatay sondaj işlemi yapıldıktan sonra bu bölümün ana boru hattına kaynağı yapılmadan önce Katodik koruma akım drenaj testi yapılacaktır. Bu şekilde bu bölümdeki akım ihtiyacının boru toprak potansiyelinin -1.5 volt (Cu/CuSO<sub>4</sub> referans elektrotuna göre) altında tutabileceği teyid edilecektir.

Tasarım ve saha montajları, ölçülen akım ihtiyacının 75 A/m<sup>2</sup>'yi geçmeyeceği kriterine göre yapılacaktır. Akım ihtiyacının bu değeri aştığı yerlerde Yüklenici İdare'nin onayı ile Katodik koruma sisteminde değişiklikler yapılabilir.

### **9.0 YÜKSEK GERİLİM HATLARI VE ELEKTRİK ENERJİSİ İLE İŞLETİLEN DEMİRYOLU HATLARI İLE ETKİLEŞİM**

Boru hatlarının 66kV'tan yüksek gerilim hatları veya elektrik enerjisi ile işletilen demiryolu hatları ile aynı güzergahı paylaştığı durumlarda (kesişim veya paralel seyrettiği) boru hattının AC korozyona maruz kalmaması ve insan emniyeti gözetilerek özel tedbirler alınacaktır. Bu tedbirler kapsamında yapılacak çalışmalar ile gerilim seviyelerinin CEN/TS 15280 standardında ifade edilen gerilim eşik değerlerini aşmaması ve insan emniyeti açısından Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayımladığı Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde ifade edilen gerilim seviyeleri aşılmaması temin edilecektir.

Gerilim seviyelerinin düşürülmesi için CEN/TS 15280 standardında ifade edilen yöntemlerden İdare'nin uygun göreceği biri veya birkaçı bir arada uygulanır.

### **10.0 DİĞER HÜKÜMLER**

- Yüklenici tarafından tesis edilen Katodik Koruma Sistemlerinin fonksiyonunu yerine getirdiğine ve anot yatağı direncinin teknik olarak daha fazla düşürülemediği durumlarda anot yatağı direncinde 2 ohm aranma şartı İdare tarafından gerektiği gibi revize edilebilecektir.
- Kesonlu geçişlerde, keson içinin dış ortamdan, borunun da kesondan tamamen izole edilmesi için İdarenin istekleri doğrultusunda her türlü tedbir alınacak olmakla birlikte, ayrıca keson içinde kalan boru hattının galvanik yöntemle katodik olarak korunması için uygun boyutlarda şerit anotlar kullanılacaktır.
- İstasyona giren ve çıkan borular istasyondan bağımsız katodik koruma sistemiyle korunduğunda, söz konusu bu boruların izolasyon contasından sonraki bölümlerinin topraklama iletkenleriyle kesişmesi ve yaklaşması halinde, bu alandaki topraklama iletkenleri izoleli hale getirilerek interferans etkileri azaltılmaya çalışılacaktır.