T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇELİK BORULAR
GENEL TEKNİK ŞARTNAMESİ

ARALIK 2024
ANKARA

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ ... 5
2. TERİMLER VE TARİFLER ... 5
3. GENEL HÜKÜMLER ... 7
4. MALZEME ÖZELLİKLERİ ... 11
5. İMALAT ... 13
5.1. Genel ... 13
5.2. Çelik boru imalatı ... 15
5.3. Bağlantı parçası imalatı ... 17
5.3.1. Genel ... 17
5.3.2. Dirsek ... 18
5.3.3. Kesit dönüştürücü ... 18
5.3.4. Çoklayıcı ... 19
5.3.5. Şekil dönüştürücü ... 19
5.3.6. Sızdırmazlık yakası ... 19
5.3.7. Genleşme parçası ... 20
5.3.8. Flanş ... 20
5.3.9. Diğer bağlantı parçaları ... 21
5.4. Kaynak işleri ... 21
5.4.1. Genel ... 21
5.4.2. Boru kaynak işleri ... 23
5.4.3. Bağlantı parçası kaynak işleri ... 24
5.5. Boruların Kaplanması ... 24
5.5.1. Genel ... 24
5.5.2. Epoksi (EP) kaplama ... 26
5.5.3. Polietilen (HDPE) ve polipropilen (PP) kaplama ... 27
5.5.4. Poliüretan (PUR) kaplama ... 29
5.5.5. Galvaniz (GLV) kaplama ... 30
5.6. İşaretleme ... 31
6. NUMUNE ALMA, MUAYENE VE DENEYLER ... 33
6.1. Genel ... 33
6.2. Muayene ve deneyler ... 36
6.2.1. Genel ... 36
6.2.2. Malzeme çekme deneyi ... 36
6.2.3. Kaynak dikişi çekme deneyi ... 36
6.2.4. Düzleştirme deneyi ... 37
6.2.5. Kaynak eğme deneyi ... 37
6.2.6. Vurma deneyi ... 37
6.2.7. Hidrostatik deney ... 38
6.2.8. Elektromanyetik deney ... 38
6.2.9. Tahribatsız muayene (NDT yöntemleri) ... 38
6.2.9.1. Gözle muayene (VT) yöntemi ... 38
6.2.9.2. Sıvı penetrant muayene (PT) yöntemi ... 38
6.2.9.3. Manyetik parçacık muayene (MT) yöntemi ... 39
6.2.9.4. Ultrasonik muayene (UT) yöntemi ... 39
6.2.9.5. Radyografik muayene (RT) yöntemi ... 39

6.2.10. Kaynak dikişi muayenesi ... 39
6.2.11. Kaplama deneyleri ... 39
6.2.11.1. Gözle muayene ... 40
6.2.11.2. Kaplama kalınlığı testi ... 40
6.2.11.3. Sertlik testi ... 40
6.2.11.4. Gözeneksizlik deneyi ... 40
6.2.11.5. Darbe dayanım deneyi ... 41
6.2.11.6. Yapışma testi – sökülmeye karşı direnç (tip deney) ... 41
6.2.11.7. Yapışma testi – pull-off yöntemi ... 42
6.2.11.8. İz deneyi (tip deney) ... 43
6.2.11.9. Esneklik testi ... 43
6.2.11.10. Uzama testi ... 43
6.2.11.11. Soyulma dayanımı ... 43
6.2.11.12. Diğer deneyler ... 44
7. GENEL TESLİM ŞARTLARI ... 45
7.1. Boru/bağlantı parçası teslimi ve kalite garantisi ... 45
7.2. Boru/bağlantı parçasının yüklenmesi, taşınması, indirilmesi ... 45
7.3. Boru/bağlantı parçasının depolanması ... 46
8. BORU/BAĞLANTI PARÇASININ DÖŞENMESİ ... 47
8.1. Genel ... 47
8.2. Kazı işleri ... 47
8.3. Dolgu işleri ... 48
8.4. Boruların döşenmesi ... 52
8.5. Boruların alın kaynağıyla birleştirilmesi ... 54
8.5.1. Genel ... 54
8.5.2. Alın kaynağının el ile yapılması ... 55
8.5.3. Alın kaynaklarının otomatik kaynak makinası ile yapılması ... 59
8.5.4. Alın kaynak bölgelerinin kaplama işlemleri ... 59
8.5.5. Boru hatlarının basınç deneyi ... 62
8.5.6. Sistem deneyi ... 63
8.5.7. Boru hatlarının temizliği ... 64
9. BORU HATLARININ KATODİK KORUNMASI ... 65
9.1. Genel ... 65
9.2. Tasarım ... 66
9.2.1. Koruma akımı ihtiyacı hesabı ... 68
9.2.1.1. Zemin özgül direncine göre koruma akım yoğunluğu hesabı ... 68
9.2.1.2. Kaplamaya göre koruma akım yoğunluğu hesabı ... 69
9.2.1.3. Toplam koruma akımı ihtiyacı hesabı ... 70
9.2.2. İndirgenme gerilim ihtiyacı hesabı ... 70
9.2.3. Kurbanlık anotlu sistem ... 71
9.2.4. Dış akım kaynaklı sistem ... 74
9.2.5. Katodik koruma sisteminin bileşenleri ... 79
9.2.5.1. Bağlantı kabloları ... 79
9.2.5.2. Ölçü kutuları ... 80
9.2.5.3. Çinko anotlar ... 81
9.2.5.4. Sabit tip kıyas elektrodu ... 82

9.3. Katodik koruma sisteminin muayenesi 82
9.3.1. Kurbanlık anotlu sistem muayenesi 82
9.3.2. Dış akım kaynaklı sistem muayenesi 83
10. ATIF YAPILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR 85
11. EKLER 90
11.1. Boru hatları deney tutanağı 90
11.2. Hava sıcaklığı, bağıl nem ve çiğlenme noktası çizelgesi 92
11.3. Kaynak yöntemi şartname formunun (Kaynak Talimatı - WPS) örneği 93
11.4. Kaynak prosedürü vasıflandırma kayıt formu (WPQR) 94
11.5. Kaynak deneyi kaydı 95
11.6. Kaynak deney sonuçları 96
11.7. Deney sonuç formu 97
11.8. Boru deney formları 98
11.9. Kaplama deney formları 101
11.10. Bağlantı parçası deney formları 106
11.11. Katodik koruma saha ölçüm tutanağı 110
11.12. Wenner 4 elekrot ölçüm yöntemi 111
11.13. Katodik koruma ölçü kutusu boyutları 112
11.14. Katodik koruma temel bağlantı detayları 113
11.15. Katodik koruma ölçü kutusu bağlantı tipleri 114
11.16. Derinkuyu anot yatağı katodik koruma uygulama planı 116
11.17. Statik elektrik boşaltım elektrotu montajı 117
11.18. Test ve muayene tutanağı 118

1. GİRİŞ

Bu şartname, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen işlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Bu şartnamede, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ihtiyacı için kullanılmak üzere iç ve dış yüzeyleri ilgili standartlara göre kaplanmış veya kaplanmamış, gömülü veya açıkta döşenecek olan spiral, boyuna kaynaklı veya dikişsiz dairesel kesitli çelik boru ve bağlantı parçalarının imalatı, teknik özellikleri, muayene ve test yöntemleri, montaj şartları, depolama ve nakliye şartları belirlenmektedir.

2. TERİMLER VE TARİFLER

Anma çapı (DN) : Çelik boru/bağlantı parçasının çapını tanımlamak üzere, iç ve dış çap arasında mm biriminde, çapı temsil eden ve referans maksadıyla kullanılan harf ve rakamdan oluşan işareti,

Anot : Oksidasyon (yükseltgenme) reaksiyonunun gerçekleştiği, korozyon mekanizmasında boru hattına elektron veren metali (elektrodu),

Bağlantı parçası : Dirsek, dik açılı ikili çoklayıcı (Te), flanş (Su Kontrol Elemanları Genel Teknik Şartnamesi madde 4.1.8), dik açılı üçlü çoklayıcı (ıstavroz), kesit dönüştürücü (redüksiyon), açılı çoklayıcı (branşman), sökme takma parçası (demontaj), genleşme parçası, şekil dönüştürücü (tranzisyon) vb. özel şekilli su iletim elemanını,

Çelik boru : Özellikleri özel teknik şartnamede belirtilen iç ve dış yüzeyleri ilgili standartlara göre kaplanmış veya kaplanmamış, gömülü veya açıkta döşenecek olan spiral, boyuna kaynaklı veya dikişsiz olarak imal edilen dairesel kesitli; su iletim elemanını,

Dış kaplama : Çeliğin korozyona uğrayarak kütle kaybetmesini önlemek için çelik boru/bağlantı parçasının dış yüzeyine uygulanan koruyucu malzemeyi,

Dikişli boru : EW, HFW, SAW yöntemlerinden birinin kullanılması suretiyle meydana getirilen boruyu,

Dikişsiz boru (S) : Çeliği sıcak işleyerek kaynaklı ek yeri (dikiş) olmadan daire şeklinde bir ürün meydana getiren işlemden ortaya çıkan boruyu,

Elektrik ark kaynağı (EW) : Isının elektrik akımına karşı gösterilen dirençle sağlandığı, elektrik direnç veya elektrik indüksiyon kaynağı ile bir ek yerinin meydana getirildiği imalat işlemini,

İç kaplama : Çeliğin korozyona uğrayarak kütle kaybetmesini önlemek için çelik boru/bağlantı parçasının iç yüzeyine uygulanan koruyucu malzemeyi,

Katodik koruma : Toprağa gömülü ve kısmen veya tamamen sıvı içindeki metalik yapıların korozyonunu önlemek veya kontrol altına almak için kullanılan elektrokimyasal bir metodu,

Korozyon : Metal ve alaşımlarının; çevresi ile kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonları sonucu fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde olumsuz yönde değişime uğramasını,

Numune analizi : Boru/bağlantı parçası imalatında kullanılan sacın kimyasal analizi,

Özel imalat : Bu şartname hükümlerine göre Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından üretici uygunluğu belgesi alan en az üç çelik boru/bağlantı parçası üreticisinin üretim tesisinde imal/nakil etme imkânı olmadığını beyan etmesi ve idarece bu hususun uygun görülmesi şartıyla et kalınlığı ve çaptan bağımsız çelik boru/bağlantı parçası üretimini,

Referans (kıyas) elektrodu : Akım geçtiğinde metal ile elektrolit arasındaki gerilim farkı değişmeyen, standart hidrojen elektrotuna karşı gerilimi -0,316 V olan, doygun bakır sülfat çözeltisi ($CuSO_4$) içine saf bakır metal daldırılarak yapılan elektrodu,

Tozaltı ark boyuna kaynağı (SAWL) : Tozaltı kaynak yöntemi ile boyuna kaynak dikişi olacak şekilde yapılan imalat işlemini,

Tozaltı ark kaynağı (SAW) : Koruyucu toz kullanılarak yapılan elektrik ark kaynağı yöntemini,

Tozaltı ark helisel kaynağı (SAWH) : Tozaltı kaynak yöntemi ile sarmal (spiral) kaynak dikişi olacak şekilde yapılan imalat işlemini,

Ürün sertifikası : Ürüne ilişkin fiziksel ve kimyasal deney sonuçlarını içeren ve çelik üreticisi tarafından hazırlanıp imzalanan belgeyi,

Yüksek frekans kaynağı (HFW) : 100 kHz'e eşit veya daha büyük bir kaynak akımı frekansı kullanılarak özel olarak üretilen EW işlemini,

Zemin : Yer kabuğunda doğal halde bulunan kaya, çakıl, kum, toprak vb. maddeler ile bunların içindeki sıvılar dahil karışımından oluşan ortamı;
ifade eder.

3. GENEL HÜKÜMLER

Çelik boru/bağlantı parçası, bu şartname ve eklerinde belirtilen esaslara uygun olarak üretilecektir.

Boru üreticisi;

Temin edilecek boru çaplarını kapsayan geçerli TS EN 10217-1/3 veya TS EN 10216-1/3 Standart Uygunluk Belgesine,

PE dış kaplama için TS EN ISO 21809-1 Standart Uygunluk Belgesine,

İç yüzey epoksi kaplama için TS EN 10339 Standart Uygunluk Belgesine,

Dış yüzey epoksi kaplama için TS EN ISO 10289 Standart Uygunluk Belgesine,

Poliüretan kaplama için TS EN 10290 Standart Uygunluk Belgesine,

Galvaniz kaplama için TS 11348 EN 10240 veya TS EN ISO 1461 Standart Uygunluk Belgesine,

Boruların ve kaplama uygulamasının performanslarının tespiti hususunda ulusal/uluslararası yetkili akreditasyon kuruluşu tarafından akredite edilmiş deney laboratuvarına ve şartnamede istenen üretim ve muayene aşamasındaki deneyler için TS EN ISO/IEC 17025 Akreditasyon Belgesine,

Metalik olmayan ve su ile temas eden malzemeler için BS 6920 veya eşdeğer standartlara göre 23 ± 2 ºC sıcaklıkta içmesuyuna uygun olduğunu gösteren; uluslararası akredite bir kurumdan alınmış uygunluk sertifikası veya TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinden alınmış deney sonuç raporundan herhangi birine,

TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,

TS EN ISO 14001 Çevre Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,

TS ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesine,

sahip olacaktır.

Bağlantı parçası üreticisi;

Temin edilecek bağlantı parçası çaplarını kapsayan geçerli TS 2649, TS 9341 EN 10224, TS EN 10253-1/2 veya AWWA C 208 Standart Uygunluk Belgesine,

İç yüzey epoksi kaplama için TS EN 10339 Standart Uygunluk Belgesine,

Dış yüzey epoksi kaplama için TS EN ISO 10289 Standart Uygunluk Belgesine,

Poliüretan kaplama için TS EN 10290 Standart Uygunluk Belgesine,

Metalik olmayan ve su ile temas eden malzemeler için BS 6920 veya eşdeğer standartlara göre 23 ± 2 ºC sıcaklıkta içmesuyuna uygun olduğunu gösteren; uluslararası akredite bir kurumdan alınmış uygunluk sertifikası veya TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinden alınmış deney sonuç raporundan herhangi birine,

TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,

TS EN ISO 14001 Çevre Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,

TS ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesine,

sahip olacaktır.

Özel imalat üreticisi;

İç yüzey epoksi kaplama için TS EN 10339 Standart Uygunluk Belgesine,

Dış yüzey epoksi kaplama için TS EN ISO 10289 Standart Uygunluk Belgesine,

Poliüretan kaplama için TS EN 10290 Standart Uygunluk Belgesine,

Metalik olmayan ve su ile temas eden malzemeler için BS 6920 veya eşdeğer standartlara göre 23 ± 2 ºC sıcaklıkta içmesuyuna uygun olduğunu gösteren; uluslararası akredite bir kurumdan alınmış uygunluk sertifikası veya TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinden alınmış deney sonuç raporundan herhangi birine,

TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,
TS EN ISO 14001 Çevre Kalite Yönetim Sistemi Belgesine,
TS ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesine,
sahip olacaktır.

Standart uygunluk belgesi, Türk Standartları Enstitüsünden veya akredite bir kuruluştan alınmış olacaktır.

Ölçüm cihazlarının kalibrasyonu en geç yılda bir yapılacaktır.

Özel teknik şartnamesinde belirtilmesi halinde kaplama malzemesi için içmesuyuna uygunluk şartı aranmayacaktır.

Çeşitli standartlar ve bu şartnamede verilen esaslar arasında çelişki olması halinde bu şartname hükümleri geçerli olacaktır.

Boru üreticisinin her bir üretim bandında, boru kesildikten sonra her hatvede çevre boyunca karşılıklı en az iki noktada et kalınlığını ölçmek üzere taşınabilir veya sabit teknolojik sistemlere dayalı kalınlık ölçüm cihazı bulunacaktır. Ölçülen değerler, boru sicili ile ilişkilendirilerek kontrol formuna işlenecektir.
Özel imalat yapan üreticide; kalınlık ölçümü için en az bir adet taşınabilir kalibrasyonu yapılmış ultrasonik ölçüm cihazı ve kimyasal analiz için en az bir adet optik emisyon spektrometre cihazı bulunacaktır. Bu cihazların kalibrasyonu yılda en az iki defa yapılacaktır.

Boru/bağlantı parçası/özel imalat üreticisi; boru/bağlantı elemanları, çelik sac ve kaplama işleminin şartnamede belirtilen şartlara uygun olduğunu beyan eden TS EN 10204 standardına göre hazırlanmış tip 3.1 Muayene Sertifikalarını idareye sunacaktır.

Boru/bağlantı parçası/özel imalat üreticisi, çelik sac levha üreticisinin vermiş olduğu ürün sertifikasına göre ve TS EN 10217-1 veya ilgili standarda göre kalite planı oluşturacak ve üretimi bu kalite planına uygun olarak yaptığını kontrollerle teyit edecektir.

Yapılan üretimin geriye doğru izlenebilirliği olacaktır. Bu izlenebilirlik malzeme parti numarası, malzeme giriş kalite kontrol dokümanı, ürün sertifikası, üretim kayıtları (iş emri, üretim, kalite kontrol aşamaları, üretim makinesi, üretim tarihi vb.) ve proses kontrol test kayıtlarını içeren bir süreç olacaktır.

Her boru/bağlantı parçasına eşsiz sicil numarası verilecektir. Her boru/bağlantı parçası için; üretici adı, üretim tarihi, sicil numarası ile boru/bağlantı parçası üzerinde yapılan ve/veya boru/bağlantı parçası grubunu temsil eden numuneler üzerinde yapılan tüm testlerin sonuçlarını ve referans değerlerini gösterecek bir sicil tutulacak, bu siciller dosyalanarak bir takımı ödemenin yapılacağı hakedişe ek olarak İdareye sunulacaktır.

Yapı denetim teşkilatı döşenen/montajı yapılan her bir boru/bağlantı parçası veya özel imalatın sicil numarası ile döşendiği yeri tarifleyen koordinat bilgilerini kayıt altına alacaktır.

Üretici, imalata başlamadan önce planlanan üretime başlama ve bitiş tarihlerini İdareye bildirecektir. İdare, üretici tesislerinde, imalatın her aşamasında haber vermeksizin denetleme yapabilecektir.

Akredite laboratuvarlar tarafından yapılan deneyler sonucu hazırlanan Deney Raporlarında ölçüm sonuçlarının şartnamede belirtilen referans değer aralığının dışında olması durumunda Deney Raporunda ilgili ölçüm farklı font/renk/şekil ile gösterilecektir.

İdare, gerektiğinde üretimin tamamını bağımsız denetim firmalarına ya da üretim tesisinde sürekli görevlendireceği bir teknik personeline kontrol ettirebilecektir.

Boru/bağlantı parçası üreticisi, yassı çelikleri (sac) sertifikasıyla birlikte temin edecek ve bu sertifikada asgari olarak; imalatçı firmanın unvanı ve adres bilgileri, üretim partisinin izlenebilirliğini sağlayan lot numarası veya döküm numarası veya ürünü tanımlayıcı bilgileri, üretim partisine uygulanan uluslararası ve ulusal standartların numarası, üretim partisine ait muayene veya test raporunun numarası, ürünün üretimine ilişkin ilgili standardında belirtilen fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bu özelliklere ilişkin istenilen değerleri karşılayan muayene sonuçları, ürün sertifikası tanımlama kodu, düzenleme tarihi ve yetkili personelin onayı bulunacaktır.

Boru üreticisi, aşağıdaki imalat, muayene ve deney sistemlerine sahip olacaktır;

1. Sac düzeltme makinası,
2. Üretim esnasında sürekli çalışan ultrasonik laminasyon kontrol sistemi,
3. Üretim esnasında sürekli çalışabilen kaynak ağzı açma makinası,
4. Üretim esnasında sürekli çalışan ultrasonik kaynak dikişi kontrol sistemi,
5. Dijital radyografik kaynak dikişi kontrol sistemi,
6. Özel Teknik Şartnamesinde belirtilmesi halinde standardında yer alan ısıl işlemler ile ilgili otomatik sistemler,
7. Standarda uygun her çap borunun hidrostatik deneyini yapacak test sistemi,
8. Yüzey hazırlama amacıyla kumlama ünitesi,
9. İç/dış yüzey kaplama sistemleri,
10. Muayene ve testler için TS EN ISO /IEC 17025 yetki belgesi olan laboratuvar,
11. Kalibrasyonlu ağırlık ölçme sistemi,
12. Boru ve kaplama muayene ve deneylerinde kullanılan kalibrasyonlu alet ve el cihazları.

Bağlantı parçası üreticisi, aşağıdaki imalat, muayene ve deney sistemlerine sahip olacaktır;

1. Ultrasonik laminasyon kontrol sistemi,
2. Kaynak ağzı açma makinası,
3. Tahribatsız kaynak dikişi kontrol sistemi:
   3.1. Ultrasonik muayene
   3.2. Radyografik muayene
   3.3. Sıvı penetrant
   3.4. Manyetik parçacık
   3.5. Girdap akımları yöntemi
4. Özel Teknik Şartnamesinde belirtilmesi halinde standardında yer alan ısıl işlemler ile ilgili otomatik sistemler,
5. Hidrostatik deneyi yapacak test sistemi,
6. Yüzey hazırlama amacıyla kumlama ünitesi,
7. İç/dış yüzey kaplama sistemleri,
8. Kalibrasyonlu ağırlık ölçme sistemi,
9. Boru ve kaplama muayene ve deneylerinde kullanılan kalibrasyonlu alet ve el cihazları.

Laboratuvar bünyesinde aşağıdaki ölçüm cihazları bulunacaktır;

1. Çekme/basma/eğme test cihazı,
2. Çarpma darbe deneyi cihazı,
3. Sertlik ölçüm cihazı,
4. Taşınabilir ultrasonik kalınlık ölçüm cihazı,
5. Taşınabilir ultrasonik kaynak dikişi kontrol cihazı,
6. Çevresel çap ve ovallik (lazermetre) ölçüm cihazı,
7. Kaplama deney cihazı (kaplama türüne göre yapışma, soyulma, holiday vb. test cihazı),
8. Spektrometre cihazı.

Boru ve bağlantı parçası üreticisi;

1. Her türlü kaplama ve astar malzemesinin teknik özelliklerini, depolama şartlarını, yüzey hazırlama yöntemini, kaplamanın uygulamasını içeren Kaplama Malzemesi Teknik Bilgi Formunu (APS),
2. Kaplama malzemesinin son kullanma tarihini bildiren belgeyi,
3. Kaplama Malzemesi Güvenlik Bilgi Formunu,
4. Kaplama Malzemesi Teknik Bilgi Formu ve standardı esas alınarak hazırlanan ve uygulamanın bütün aşamalarını, yöntem ve ekipmanı içeren Kaplama Uygulama Talimatını,
5. Üretim başlamadan önce yapılacak işlemleri, belirtilen özelliklerde bir kaplama üretmek için gerekli cihaz, ekipman ve personelin yeterli olduğunu doğrulamak için kaplamanın uygulanması ve özelliklerinin daha sonra incelenmesi ve test edilmesi amacıyla hazırlanan Prosedür Yeterlilik Doğrulamasını (PQT),
6. Kaplama üreticisinden alınan ilgili standardına göre yapılmış tüm başlangıç tip (performans) ve imalat yeterlilik testleri belgelerini,
7. Geçerli standartlar veya uygulayıcı prosedürleri, deney sıklığı, muayene ve test faaliyetleri, kabul kriterleri ve uygunsuzluk durumunda yapılacak işlemleri kapsayan Kontrol ve Test Planını (ITP),
8. İç kaplamanın içmesuyuna uygun olduğunu gösteren belgeyi,
9. Özel teknik şartnamesinde kullanılan dış kaplama için UV dayanımı istenmesi halinde, UV dayanımını gösteren deney belgelerini;

Muayene ve Test/Kabul Komisyonuna sunacaktır.

Boru/bağlantı parçası üreticisi, sahada yapılacak birleştirme işleminden sonra bağlantı yerlerinin kaplanması için gerekli kaplama malzemesini, boru/bağlantı parçası ile birlikte saklama koşullarına uygun şekilde hazırlayarak özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe yükleniciye teslim edecektir.

4. MALZEME ÖZELLİKLERİ

Çelik boru yapımında TS EN 10217-1'e göre P235 TR1, P265 TR1, P235 TR2, P265 TR2 veya TS EN 10217-3'e göre P355N kalitesinde imalat yöntemine göre rulo veya plaka sac kullanılacaktır. Bağlantı parçası veya özel imalat için aynı " P " kalitesinde plaka sac kullanılacaktır.

Alaşımsız ve alaşımlı dikişsiz boruların kimyasal ve fiziksel özellikleri ile muayene ve deneyleri TS EN 10216-1/3'e göre yapılacaktır.

Çelik boru, bağlantı parçası ve özel imalat için kullanılan sacın et kalınlığı toleransı TS EN 10051'e göre Çizelge 4'de belirtilen sınırlar içinde olacaktır.

Kullanılacak çeliğin kimyasal bileşimi Çizelge 1'e, mekanik özellikleri ise Çizelge 2 ve Çizelge 3'e uygun olacaktır. Çelik üreticisi, üretimde kullanılan diğer malzemelerden veya hurdadan geçen istenmeyen elementlerin ilavesini önlemek için her türlü önlemi alacaktır.

Çizelge 1 : Çeliğin kimyasal bileşimi (kütlece (%))

Çelik kalitesi		**C**	**Si**	**Mn**	**P**	**S**	**Nb**	**Ti**	**V**	**Nb+Ti+V**
Çelik adı/	Numarası	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok
P235TR1	1.0254	0,16	0,35	1,20	0,025	0,02	0,01	0,04	0,02	0,07
P235TR2	1.0255	0,16	0,35	1,20	0,025	0,02	0,01	0,04	0,02	0,07
P265TR1	1.0258	0,20	0,40	1,40	0,025	0,02	0,01	0,04	0,02	0,07
P265TR2	1.0259	0,20	0,40	1,40	0,025	0,02	0,01	0,04	0,02	0,07
P355N	1.0562	0,20	0,50	1,70	0,025	0,02	0,05	0,03	0,10	0,12

Çelik kalitesi		**Cr**	**Cu**	**Mo**	**Ni**	**Cr + Cu + Mo + Ni**	**Al_{toplam}**
Çelik adı/	Numarası	en çok	en çok	en çok	en çok	en çok	en az
P235TR1	1.0254	0,30	0,30	0,08	0,30	0,70	-
P235TR2	1.0255	0,30	0,30	0,08	0,30	0,70	0,02
P265TR1	1.0258	0,30	0,30	0,08	0,30	0,70	-
P265TR2	1.0259	0,30	0,30	0,08	0,30	0,70	0,02
P355N	1.0562	0,30	0,50	0,02	0,50	1,32	0,02

Çizelge 2 : Çeliğin mekanik özellikleri - 1

Çelik kalitesi		Üst akma dayanımı ($S_{ü}$) (MPa)		Çekme dayanımı
Çelik adı/	Numarası	et kalınlığı ≤ 16 mm	16 < et kalınlığı ≤ 40 mm	(MPa)
P235TR1	1.0254	235	225	360 ~ 500
P235TR2	1.0255	235	225	360 ~ 500
P265TR1	1.0258	265	255	410 ~ 570
P265TR2	1.0259	265	255	410 ~ 570
P355N	1.0562	355	345	490 ~ 630

1 MPa = 1 N/mm^2 = 1.000 kPa = 1.000 kN/m^2 = 10 bar = 9,81 kgf/cm^2

Çizelge 3 : Çeliğin mekanik özellikleri - 2

Çelik kalitesi		En az uzama (%)		En düşük ortalama enerji emilimi (kVJ)		
Çelik adı/	Numarası	boyuna	enine	0 ^{0}C (boyuna)	-10 ^{0}C boyuna)	0 ^{0}C (enine)
P235TR1	1.0254	25	23	-	-	-
P235TR2	1.0255	25	23	40	28	27
P265TR1	1.0258	21	19	-	-	-
P265TR2	1.0259	21	19	40	28	27
P355N	1.0562	22	20	47	31	35

Aylık ortalama mevsim sıcaklığı -10^{0}C'nin altında olan yerlerde gömülü olmayan boru/bağlantı parçası için TR2 kalitede çelik kullanılacaktır.

Üretici, kullanacağı sacın sertifikasını kayıt altında tutacak, bu sertifika muayene heyetlerince oluşturulacak tutanakların ekinde yer alacaktır.

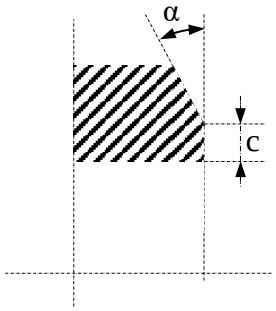
İdare, her aşamada üretimi kontrol edebileceği gibi gerekli gördüğünde malzeme deneylerini yeniden yaptırabilecektir. Sacın sertifikasında beyan edilen değerler ile deney sonucunda bulunan değerler arasında, şartnamede belirtilenin üzerinde fark olması durumunda sac üreticisi takibe alınacaktır. Çelik boru/bağlantı parçası üreticileri 3 defa kusurlu olduğu için takibe alınan sac üreticilerinden 3 yıl süre ile malzeme temin etmeyecektir. Muayene ve kabul işlemleri sırasında bu ürünü kullandıkları tespit edilen üreticinin üretici uygunluk belgesi iptal edilecektir. Bu durumun her türlü sonucundan doğan sorumluluk üreticiye aittir.

Çelik boru/bağlantı parçası üreticisi, kullandığı sacın laminasyon ölçüm sonuçlarını muayene ve kabul heyetlerine sunacaktır.

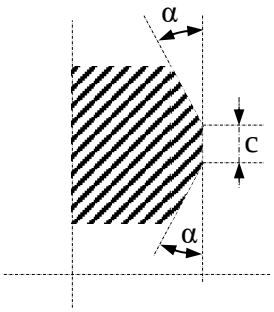
5. İMALAT

5.1. Genel

Boru/bağlantı parçası uçları; kaynak ağzı açısı (α) 30º -0+5º , kök yüzeyi (c) 2 ± 0,4 mm olmak üzere; t < 20 mm et kalınlığında (TSE ISO 9692-1 Çizelge 1-R1.3) Şekil 1'e uygun olarak sadece dış yüzeyde, t ≥ 20 mm et kalınlığında (TSE ISO 9692-1 Çizelge 2-R2.4) Şekil 2'ye uygun olarak her iki yüzeyde kaynak ağızlı olarak üretilecektir.



Şekil 1



Şekil 2

Özel teknik şartnamesinde yer alması durumunda, özel imalat boru/bağlantı parçası için TSE ISO 9692-1'e göre farklı kaynak ağzı şekilleri uygulanabilecektir.

Boru/bağlantı parçasının uçları, boru eksenine dik kesilmiş ve kaynak ağzı açılmış olarak teslim edilecek, uçlarda çapak bulunmayacaktır. Özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe; DN200 ve küçük çaplı boru/bağlantı parçaları flanşlı olarak üretici tesisinde üretilebilecektir.

Boru/bağlantı parçasının yüzeyi düzgün ve temiz olacak, üzerinde çizik, tufal, çatlak, ezik, yara, çapak, katmer, karıncalanma vb. yüzey kusurları olmayacaktır.

Boru/bağlantı parçası kaynak ağızları sıkı geçme sac zırh ile koruma altına alınarak; boru/bağlantı parçasının tüm çıkış ağızları ise DN700 (dahil)'e kadar tapa takılarak teslim edilecektir. Zırh ve tapa hendek içinde montaj yapılana kadar çıkarılmayacaktır. Bu malzeme, montaj işlemi tamamlandıktan sonra yüklenici tarafından şantiye sahasından uzaklaştırılacaktır.

Galvaniz kaplı dişli borularda borunun bir ucu manşon takılı, diğer ucu tapalı olarak teslim edilecektir.

Üretici, boru/bağlantı parçasının nakli sırasında ovalleşmesini engellemek üzere kaplamayı bozmayacak şekilde (ahşap, çelik, plastik çapraz vb. kullanarak) gerekli tedbirleri alacaktır.

Boru/bağlantı parçasının, dış çapı ve et kalınlığı, Çizelge 4'e uygun olacak şekilde teslim edilecektir.

Çizelge 4 : Dış çap ve et kalınlığı toleransları

Dış çap (mm)	**İmalat şekli**	**Dış çap (D) toleransı (mm)**
≤ 219,1	EW ve HFW	(±%1 ; ± 0,50 mm) hangisi büyükse
> 219,1	EW ve HFW	(±%0,75 ; ± 6,00 mm) hangisi küçükse
Her çap	SAW	(±%0,75 ; ± 6,00 mm) hangisi küçükse

	Et kalınlığı (t) toleransı (mm)							
Sac genişliği (w) (mm)	w ≤ 1200		1200 < w ≤ 1500		1500 < w ≤ 1800		w > 1800	
Çelik adı / **Et kalınlığı (t) (mm)**	P235TR1 / TR2 P265TR1 / TR2	P355N	P235TR1 / TR2 P265TR1 / TR2	P355N	P235TR1 / TR2 P265TR1 / TR2	P355N	P235TR1 / TR2 P265TR1 / TR2	P355N
t ≤ 2,00	± 0,17	± 0,20	± 0,19	± 0,22	± 0,21	± 0,24	-	-
2,00 < t ≤ 2,50	± 0,18	± 0,21	± 0,21	± 0,24	± 0,23	± 0,26	± 0,25	± 0,29
2,50 < t ≤ 3,00	± 0,20	± 0,23	± 0,22	± 0,25	± 0,24	± 0,28	± 0,26	± 0,30
3,00 < t ≤ 4,00	± 0,22	± 0,25	± 0,24	± 0,28	± 0,26	± 0,30	± 0,27	± 0,31
4,00 < t ≤ 5,00	± 0,24	± 0,28	± 0,26	± 0,30	± 0,28	± 0,32	± 0,29	± 0,33
5,00 < t ≤ 6,00	± 0,26	± 0,30	± 0,28	± 0,32	± 0,29	± 0,33	± 0,31	± 0,36
6,00 < t ≤ 8,00	± 0,29	± 0,33	± 0,30	± 0,35	± 0,31	± 0,36	± 0,35	± 0,40
8,00 < t ≤ 10,00	± 0,32	± 0,37	± 0,33	± 0,38	± 0,34	± 0,39	± 0,40	± 0,46
10,00 < t ≤ 12,50	± 0,35	± 0,40	± 0,36	± 0,41	± 0,37	± 0,43	± 0,43	± 0,49
12,50 < t ≤ 15,00	± 0,37	± 0,43	± 0,38	± 0,44	± 0,40	± 0,46	± 0,46	± 0,53
15,00 < t ≤ 25,00	± 0,40	± 0,46	± 0,42	± 0,48	± 0,45	± 0,52	± 0,50	± 0,58

Yüzey kusurlarının sebep olduğu et kalınlığı azalması/artması, boru/bağlantı parçasının et kalınlığının toleransı içerisinde olacaktır.

Boru/bağlantı parçasının sızdırmazlığı, hidrostatik deneyle doğrulanacaktır.

Malzemenin idare tarafından temin edilerek üreticiye verilmesi durumunda; İdarece yapılacak hesaplarda, malzeme rulosunun; boyutlarının ayarlanması, uçlarının düzeltilmesi, kaynak ağzının hazırlanması için toplam %4 ağırlıkça fire olduğu dikkate alınacaktır. Fire, boruların teslimi anında idareye teslim edilecektir. Kaplamasız çelik borunun kaynak dolgu malzemesi ağırlığı ise spiral dikişli borunun zati ağırlığının %2'si, boyuna dikişli borunun zati ağırlığının %1'i olarak hesaplamalarda kullanılacaktır.

Boruların düzlemsel kusurlarının (laminasyonların) tespiti için boru yüzey alanın en az %40'ında sürekli hata tespiti yapılacaktır. Dikişsiz ve kaynaklı boruların/bağlantı parçalarının otomatik ultrasonik muayenesi TS EN ISO 10893-8, kaynaklı çelik boruların üretiminde kullanılan bantlarda/plakalarda düzlemsel kusurların tespiti için otomatik ultrasonik muayene

TS EN ISO 10893-9'a göre yapılacaktır. Laminasyon hataları en yönünde 15 mm'yi, boy yönünde 60 mm'yi geçmeyecektir.

Yüzde cinsinden yuvarlaklıktan sapma "O", dış çapı "D" (mm), et kalınlığı "t" (mm), aynı düzlemde ölçülen en büyük dış çap "D_b" (mm) ve en küçük dış çap "D_k" (mm) olmak üzere; "$O = 100 \cdot (D_b - D_k) / D$" denklemi ile bulunacaktır. Yuvarlaklıktan sapma; dış çapı $D \leq 406{,}4$ mm olan borular için çap toleranslarının sınırları içinde olacak, dış çapı $D > 406{,}4$ mm olan borularda $D/t \leq 100$ için dış çapın %2'sini, $D/t > 100$ için dış çapın %3'ünü geçmeyecektir.

Birleştirilecek boru/bağlantı parçası ağızlarının eksenleri arasındaki düşey ve yatay doğrultudaki fark 2 mm'yi geçmeyecektir.

Boru/bağlantı parçası en az 50 yıllık kullanım ömrüne sahip olacak şekilde üretilecektir.

Üretici/yüklenici, 5 ^{o}C'nin altındaki ortam sıcaklıklarında boru/bağlantı parçası imalatı için İdarenin onaylayacağı ilave tedbirleri alacaktır.

5.2. Çelik boru imalatı

Çelik borular, TS EN 10217-1 ve TS EN 10217-3'de belirtildiği şekilde alın kaynaklı birleştirmeye uygun olarak imal edilecektir.

Şartname kapsamındaki dikişsiz alaşımsız ve alaşımlı çelik borular aksi belirtilmedikçe TS EN 10216-1 ve TS EN 10216-3'e uygun olarak üretilecek ve muayene ve testleri yapılacaktır.

Çelik borular elektrik kaynaklı (EW), yüksek frekans kaynaklı (HFW) veya toz altı ark kaynaklı (SAW) olarak boyuna, radyal veya spiral dikişli veya dikişsiz (S) olarak imal edilecektir.

DN20 (dâhil) DN200 (hariç) arasındaki borular elektrik kaynaklı,
DN20 (dâhil) DN300 (dâhil) arasındaki borular dikişsiz,
DN200 (dâhil) DN4000 (dâhil) arasındaki borular spiral dikişli toz altı kaynaklı olarak; TS EN 10217-1/3 ve TS EN 10216-1/3'e göre üretici tesislerinde imal edilecektir.

DN4000'den büyük çaplardaki borular bir tasarım projesine bağlı olarak radyal ve boyuna dikişli elektrik kaynaklı olarak şantiyede veya üretici tesislerinde imal edilecektir.

SAW ile üretilen boruların, içinde ve dışında en az bir sıra kaynak kullanılacaktır.

Spiral şeklinde SAWH olarak üretilen boruların imalâtında kullanılan sac, DN1800 (dahil)'den küçük çaplarda borunun dış çapının en az 0,8 katı genişliğe sahip olacaktır. DN1800'den büyük çaplı borularda en az 1500 mm genişlikte rulo/plaka sac kullanılacaktır.

TS EN 10216-1/3'e göre üretilecek olan dikişsiz borularda gözle muayene ile tespit edilebilen iç/dış yüzey kusurları bulunmayacak, boruların iç/dış yüzey perdahı imalat işlemine ve uygulanabildiğinde kullanılan ısıl işlem tipine uygun olacaktır. Yüzey kusurları, et kalınlığı belirtilen en düşük et kalınlığından az olmayacak şekilde sadece taşlama ve tezgahta işleme ile

giderilecektir. Belirtilen en düşük et kalınlığı üzerindeki yüzey hataları kusur olarak kabul edilecek ve bu borular uygun kabul edilmeyecektir.

Üretici tesislerinde çelik borular 6, 8, 12 veya 13,5 m olarak üretilecektir. Boru uzunlukları, şartnamede belirtilen uzunluktan az olmayacak, ancak 50 mm daha uzun olabilecektir. İdare tarafından özel tasarım projesi verilmesi şartıyla bu uzunlukların dışında üretim yapılabilecektir. Toplam sipariş edilen boru boyunun %10'u üretici tercihine bağlı olarak 6 ~ 13,5 m arasında herhangi bir uzunlukta olabilecektir.

İmal edilen tüm borular, kaplanmadan önce üretim tesisinde hidrostatik deneye tabi tutularak sızdırmazlıkları doğrulanacaktır. Uygulanacak deney basıncı, bu şartnamenin 6.2.7 maddesine uygun olarak belirlenecektir.

Tüm boruların yüzey işleme işleri tamamlanmış olacak, görünür kusurları olmayacak ve belirlenen tüm deneylere tabi tutularak uygunlukları doğrulanacaktır.

Herhangi bir boru uzunluğunun (L) doğruluktan sapması 0,0015L'yi, boru üzerinde herhangi bir metrelik kesimde uzunluktaki doğruluktan sapma 3 mm'yi geçmeyecektir.

Barajların dipsavağında ve santral giriş emme kısımlarında kullanılanlar hariç SAWH olarak üretilen borularda sac ruloları kaynakla birleştirilebilecek, bu dikişler ve kesişimlerinde %100 radyografik yöntemle NDT yapılacaktır. SAWH borularda sac rulo kaynakları, hiçbir zaman borunun uçlarına 500 mm'den daha yakın olmayacaktır.

Borunun birim uzunluk başına kütlesi "M" (kg/m), dış çap "D" (mm), et kalınlığı "t" (mm) olmak üzere; ölçülen değerler tolerans sınırları içerisinde olmak kaydıyla, anma çapına tekabül eden dış çap ve et kalınlığı kullanılarak "$M = 0{,}02466 \cdot (D - t) \cdot t$" denklemi ile bulunacaktır.

Çelik borular anma çapı ve et kalınlığı ile sınıflandırılacaktır. Borunun anma çapı ile dış çapı arasındaki ilişki Çizelge 5'e uygun olacaktır.

Çizelge 5 : Anma çapı ile dış çap ilişkisi

DN Anma çapı	D Dış çap (mm)		DN Anma çapı	D Dış çap (mm)		DN Anma çapı	D Dış çap (mm)
20	26,90		200	219,10		800	813,00
25	33,70		250	273,00		850	864,00
32	42,40		300	323,90		900	914,00
40	48,30		350	355,60		1000	1.016,00
50	60,30		400	406,40		1050	1.067,00
65	76,10		450	457,00		1100	1.118,00
80	88,90		500	508,00		1200	1.219,00
100	114,30		600	610,00		1300	1.321,00
125	139,70		700	711,00		1400	1.422,00
150	168,30		750	762,00		1500	1.524,00

Çizelge 5 : Anma çapı ile dış çap ilişkisi (devamı)

DN Anma çapı	D Dış çap (mm)		DN Anma çapı	D Dış çap (mm)		DN Anma çapı	D Dış çap (mm)
1600	1.626,00		2300	2.337,00		3000	3.048,00
1700	1.727,00		2400	2.438,00		3200	3.251,00
1800	1.829,00		2500	2.540,00		3400	3.454,40
1900	1.930,00		2600	2.642,00		3600	3.657,60
2000	2.032,00		2700	2.743,00		3800	3.860,80
2100	2.134,00		2800	2.845,00		4000	4.064,00
2200	2.235,00		2900	2.946,00			

5.3. Bağlantı parçası imalatı

5.3.1. Genel

DN4000 ve daha küçük çaplardaki bağlantı parçası, boru/bağlantı parçası üreticisinin fabrikasında imal edilecektir.

Standart dışı tasarlanan ve imalatı yapılan bağlantı parçası, özel imalat bağlantı parçası olarak değerlendirilecektir.

DN2500'den büyük özel imalat/bağlantı parçası, bu şartnamede belirtilen şartlarda şantiyede kurulacak atölyede imal edilebilecektir. Bu durumda atölye yerleşimi ile boyama ve kumlama tesislerinin mimari projesi ile ekipman yerleşiminin İdarece onaylanmasından sonra imalat süreci başlayacaktır. Bu imalatların tamamı radyografik yöntem ile kaynak kontrolüne tabi tutulacaktır.

Özel imalat bağlantı parçasının proje, hesap raporu ve muayene yöntemi İdare tarafından onaylanmadan imalata başlanmayacaktır.

Bağlantı parçası, boru ile aynı malzeme sınıfında olacaktır.

Özel imalat bağlantı parçalarında, kaynak ağzı hazırlanması TS EN ISO 9692-1/2'ye uygun olarak yapılacaktır.

Bağlantı parçası ile boru aynı malzeme ve çapta ise kaynaklı bağlantı yapılacaktır. Bağlantı parçası, su kontrol elemanına veya farklı malzemeden üretilen borulara flanşla bağlanacaktır. Flanş özellikleri Su Kontrol Elemanları Genel Teknik Şartnamesi'nin 4.1.8 maddesine uygun olacaktır.

Bağlantı parçası; sacdan, dikişsiz borudan veya EW/SAW yöntemiyle üretilen borudan üretilebilecektir.

Bağlantı parçası, ilgili standardında belirtilen şekilde son gerilim giderme işlemi yapıldıktan sonra teslim edilecektir.

Basınç düşmesi veya ani dış yüklerin oluşması sebebiyle boru/bağlantı parçasının içe çökmesini engellemek için boyutları hesapla bulunacak olan takviye halkası, boru/bağlantı parçasının dışından iki taraflı tam kaynaklı olarak yapılacaktır. Boru/bağlantı parçası kaynak dikişi üzerine R20 mm geçiş açıklığı bırakılarak kaynak yapılacaktır. Kullanılacak takviye halkasının malzemesi, TS EN 10025-1'e uygun yapı çeliği sınıfında olabilecektir. Betona gömülü bağlantı parçası takviye halkası ile desteklenecektir.

DN1000'den büyük çaplarda betona gömülecek olan şekil dönüştürücüde beton dökümü ve enjeksiyon için delik ve tapalar bulunacak, delikler takviye plakaları ile güçlendirilecektir.

Beton ve enjeksiyon işleri sonrasında tapaların bulunduğu bölgede çevresel sızdırmazlık kaynağı yapılacak, bu kaynak taşlanarak su akışını bozmayacak şekilde düzgün yüzey sağlanacaktır.

Şekil dönüştürücü, açılı çoklayıcı ve kesit dönüştürücü, taşıma ve betonlama işlemi esnasında geometrik bozulmaları engellemek için imalat projesine göre dış takviye halkaları ve iç takviyelerle desteklenecektir. Betonlama işleminden sonra bu takviyeler bağlantı parçası içerisinden çıkarılacaktır.

5.3.2. Dirsek

Fabrikada imal edilen bağlantı parçası TS 2649, TS 9341 EN 10224, TS EN 10253-1/2'ye uygun olacak, özel imalat bağlantı parçası AWWA C208'e göre imal edilecektir.

DN300 (dahil) ve et kalınlığı 6,3 mm (dahil)'den az olan bağlantı parçası TS EN 10253-2'ye uygun olacak ve kaynaksız olacaktır. Bu dirseklerde eğrilik yarıçapı, dirsek çapının 1,5 katından az olmayacaktır ($R/D \geq 1,5$). Eğrilik yarıçapının Dirsek çapının 2,5 katından az olduğu durumlarda ($R/D \leq 2,5$) dirseklerin hesap raporları proje aşamasında sunulacaktır.

DN300'den büyük bağlantı parçası, TS 9341 EN 10224'e göre üretilecek, dirsek eğrilik yarıçapı, dirsek çapının 2,5 katından az olmayacaktır.

Dirseğin yuvarlaklıktan sapması; dikişsiz üretilen dirsek çapının ‰2'sini, parçalı üretilen dirsek çapının ‰5'ini aşmayacaktır.

Özel imalat dirsek, dirsek açısının;
0° ile $22,5^o$ (dahil) arasında olması durumunda en az iki,
$22,5^o$ ile 45° (dahil) arasında olması durumunda en az üç,
45° ile $67,5^o$ (dahil) arasında olması durumunda en az dört,
$67,5^o$ ile 90° (dahil) arasında olması durumunda en az beş; sac dilimi kullanılarak parçalı olarak imal edilebilecektir.

Dirseği oluşturan sac dilimlerinin et kalınlığı, çelik boru et kalınlığından az olmayacaktır. Dirsek sac dilimlerinin tamamı boru ile aynı malzemeden olacaktır.

5.3.3. Kesit dönüştürücü

Kesit dönüştürücü, TS 2649, TS EN 10253-1/2'ye uygun olacaktır.

Kesit dönüştürücü, büyük kesitten küçük kesite her yönde eşit olarak daralabileceği gibi, bir tarafı düz diğer tarafı daralan yapıda da olabilecektir. Özel teknik şartnamesinde belirtilmesi durumunda eksenden kaçık olarak da tasarlanabilecektir.

DN300 ve küçük çaplardaki kesit dönüştürücü dikişsiz olarak üretilecektir. DN300'den büyük çaplı kesit dönüştürücü, en az 0,50 metre uzunluğunda dilimlerden oluşabilecektir. Kesit dönüştürücü dilimleri tek parça sacdan üretilecektir. Et kalınlığının 25,4 mm'den büyük olduğu durumlarda İdarenin yazılı izni alınmak kaydıyla kesit dönüştürücü dilimleri parçalı olarak üretilebilecektir.

Kesit dönüştürücü uzunluğu (L), giriş (D_g), çıkış ($D_ç$) çapları arasındaki farkın 4 katından az olmayacaktır, $L \geq 4. (D_g - D_ç)$.

5.3.4. Çoklayıcı

Giriş ve çıkış çapları birbirine eşit veya farklı olan; akış yönleri arasında 90º açı bulunan Te bağlantı parçası ile akış yönleri arasındaki açı 90º'den farklı olan açılı çoklayıcı, TS 2649, TS 9341 EN 10224, TS EN 10253-1/2'ye uygun olacaktır.

Çoklayıcı, DN300 (dahil) çapa ve 6,3 mm (dahil) et kalınlığına kadar üretici tesisinde dikişsiz olarak üretilecektir. Bu çap ve et kalınlığının üzerindeki çoklayıcı, özel imalat olarak AWWA C208'e göre üretilecektir.

Açılı çoklayıcının iç/dış yük hesapları İdareye sunulacaktır.

Çoklayıcı, test kapakları ile birlikte teslim edilecek, test işleminden sonra bu kapaklar üreticiye/yükleniciye iade edilecektir.

Çoklayıcının giriş ve çıkış çapları arasındaki oranın 0,6'dan küçük olması durumunda istenilen çıkış çapına ulaşmak için şekil dönüştürücü kullanılacaktır. Hava/tahliye vanasının bağlantısı için yapılacak çoklayıcıda bu şart aranmayacak, bağlantı yerinde takviye sacı kullanılacaktır.

5.3.5. Şekil dönüştürücü

İki farklı geometrik kesit arasında geçiş sağlamak üzere kullanılan bağlantı parçasının her iki ucundaki kesit alanı yaklaşık aynı olacaktır. Değişim açısının boru eksenine göre 5º'yi geçmediği durumda kesit alanı değişimine izin verilecektir.

İç ve dış yükler ile kesit ve şekil değişimi göz önüne alınarak yapılacak mukavemet hesaplarına göre şekil dönüştürücünün et kalınlığı tayin edilecektir.

5.3.6. Sızdırmazlık yakası

Boru ile beton geçişi arasındaki sızma boyunun uzatılması için yapılan sızdırmazlık yakası, boru/bağlantı parçasına iki taraflı tam kaynaklı olarak birleştirilecek, boru/bağlantı parçası kaynak dikişi üzerine geçiş açıklığı bırakılmayacaktır.

Sızdırmazlık yakası et kalınlığı en az 5 mm, yüksekliği en az 100 mm olmak üzere sızma boyu hesabı yapılarak İdare onayına sunulacaktır.

Depo, pompa istasyonu, santral binası, içmesuyu arıtma tesislerinin beton duvar geçişlerinde kullanılan DN100 ve daha küçük çaplı boru/bağlantı parçasında tek sızdırmazlık yakası, diğer çaplarda iki sızdırmazlık yakası kullanılacaktır.

Sızdırmazlık yakalarının sayısı, boyut ve konumları özel teknik şartnamesinde belirtilecektir.

5.3.7. Genleşme parçası

İletim hattındaki ısıl genleşmelerin sebep olduğu boru uzamasını/kısalmasını sönümlemek amacıyla kullanılan genleşme parçası, çelik sactan kaynaklı olarak imal edilecektir. Gövdeye uygulanan hidrolik kuvvetler dikkate alınarak gövde dayanımı hesaplanacaktır.

Genleşme parçası tam sızdırmaz olacaktır.

Genleşme parçası, sabit mesnetler arasına yerleştirilecektir.

Gövde ile baskı kovanı arasında sızdırmazlığı sağlayan sızdırmazlık elemanı, uygun dörtgen kesitli %100 PTFE (teflon) esaslı keten örgülü olacaktır. Sızdırmazlık elemanının sarım sayısı, basınca bağlı olarak DN2000'den küçük çaplarda en az 5, diğer çaplarda en az 7 adet olacaktır.

Genleşme parçası gövdesi üzerinde sızdırmazlık elemanının hareket ettiği yüzey 3 mm kalınlığında paslanmaz çelik levha (AISI 316L) ile kaplanacaktır. Kaynak işlemi bittikten sonra sızdırmazlık yüzeyleri TS EN ISO 21920-1'e uygun olarak en fazla N8 (3,2 µm) yüzey kalitesinde hassas olarak işlenecektir.

Baskı plakasında ve baskı plakasının çıkarılmasında kullanılacak cıvata ve saplama 8.8 kalitesinde, somun ve rondela 8 kalitesinde galvaniz kaplı çelik olacaktır.

Tasarıma bağlı olarak DN300 ve daha küçük çaplı boru hattının bir bölümüne L, Z veya Ω şekli verilerek genleşme parçası imal edilebilecektir.

Özel teknik şartnamesinde belirtilmesi halinde gömülü olmayan boru/bağlantı parçası imalatı, sıcaklık farklarından etkilenmemesi amacıyla uygun bir yalıtım malzeme ile kaplanacaktır.

5.3.8. Flanş

Tüm flanşların boyutlarının, TS EN 1092-1'e uygun olduğu tutanak altına alınacak, bu tutanaklar İdareye sunulacaktır.

Flanşlı bağlantıda kullanılan conta malzemesi, Su Kontrol Elemanları Genel Teknik Şartnamesinin; 4.1.3 maddesine, flanş bağlantı cıvataları, somunları ve rondelaları 4.1.7 maddesine, çelik flanş 4.1.8 maddesine uygun olacaktır.

Özel teknik şartnamesinde paslanmaz çelik bağlama elemanı istenmesi halinde; tüm cıvata/vida/saplamalar, Su Kontrol Elemanları Genel Teknik Şartnamesinin 4.1.5 maddesine uygun olacaktır.

5.3.9. Diğer bağlantı parçaları

Özel teknik şartnamesinde yer alması ve hesaplarının İdareye sunulması kaydıyla, esnek conta, kayar mesnet, sabit mesnet, yangeçiş, tahliye hatları ve insan giriş deliği vb. bağlantı parçaları İdarenin ve/veya üreticinin tasarımına bağlı olarak üretilecektir.

5.4. Kaynak işleri

5.4.1. Genel

Üretici, TS EN ISO 15607 ve TS EN ISO 15609'a göre Kaynak Talimatı'nı (WPS, Welding Procedure Specification) hazırlayacak, yapılan örnek kaynağın standartlara ve Kaynak Talimatına uygun yapıldığını, TS EN ISO 15614-1'e göre her türlü testlerin yapıldığını ve sonucunun uygun olduğunu gösteren akredite bir kuruluş tarafından sağlanan Kaynak Yöntem Onay Raporu'nu (WPQR, Welding Procedure Qualification Record) alacak ve Kaynak Talimatına göre imalat yapacaktır.

Kaynak Talimatı; kaynak yöntemini ve sarf malzemelerini (dolgu malzemesinin cinsi, standart numarası, boyutları, konumu; örtü malzemesinin cinsi, standart numarası vb.), kaynak öncesi malzeme kenar kesitinin detaylarını, kesit hazırlama yöntemini, uygulanacak kaynak yöntemine uygun olarak kaynak yoğunluğunu, gerilimini, akımını ve tipini (AC / DC), hızını, iç/dış yüzeylerdeki işlem sayısını ve sırasını, sıcaklığını, işlem süresini, ekipmanın (ergitici vb.) cinsini, varsa ön/gerilim giderme tavlaması vb. şartlarını içerecektir.

Üretici, Kaynak Talimatı ve Kaynak Yöntem Onay Raporunu her istendiğinde İdare'ye veya muayene ve test/kabul komisyonuna sunacaktır. Bu belgeler, Kaynak Talimatında yer alan unsurlardan herhangi biri değiştiğinde yenilenecektir.

Tüm kaynak işlemleri ve kontrolleri, Mesleki Yeterlilik Kurumundan, üniversitelerden veya akredite bir kuruluştan alınmış, Kaynak Talimatında yazılan kaynak çeşidine uygun TS EN ISO 9606-1'e göre sınıflandırılmış (111, 121 vb.) vasıflandırma belgesine sahip personel (kaynakçı) tarafından yapılacaktır. Kaynakçı, TS EN ISO 9606-1'e uygun, kaynak operatörü TS EN ISO 14732'ye uygun, kaynak kalite kontrol uzmanı ise TS EN ISO 9712'ye uygun Seviye 2 veya Seviye 3 belgeye sahip olacaktır. Üreticinin TS ISO 11484 standardı uygunluk belgesi olması durumunda kaynakçı, kaynak operatörü, kaynak kalite kontrol uzmanı için Seviye 1 veya Seviye 2 belgeler üretici tarafından verilebilecektir. Üretici/yüklenici kaynak işlemini yapacak ve kontrol edecek personele ait vasıflandırma belgelerini İdareye sunacaktır.

Kaynak kalite kontrolü, TS ISO 11484 standardı uygunluk belgesi olan denetçi firma tarafından yapılabilecektir. Bu firmanın kaynak kalite kontrol uzmanı TS EN ISO 9712'ye uygun Seviye 2 veya Seviye 3 belgeye sahip olacaktır. Sahada yapılan kaynak işlemlerini denetleyecek yüklenici/üreticiden bağımsız denetçi firma, İdarenin onayını aldıktan sonra çalışmalara başlayacaktır.

Boru/bağlantı parçasının ağızlarının birleşimi; hareketli bağlantı çemberi, bilezik, takviye elemanı, punta kaynaklı iç takviyeler veya ağızlama kılavuzları ile yapılacak, kesitler hiçbir zaman gerilme oluşturmayacak şekilde birleştirilecektir.

Kaynak yapılacak yüzeyler kaynak ağzından en az 50 mm içeriye doğru kaplama, pas, kir ve diğer yabancı maddelerden temizlenecektir.

Kaynak dikişi temiz, düzgün ve homojen yapıda olacak, dikişte çatlak, kabarcık, oyuk, yığılma gibi kusurlar bulunmayacaktır. Kaynak malzemesinin ana malzeme ile bağlantısı tam nufuziyetli olacaktır. Sacın kıvrılması sırasında kaynak dikişi yakınında daireselliği bozacak şekil bozuklukları bulunmayacaktır. HFI (yüksek frekanslı indüksiyon) metodu ile boyuna kaynaklı olarak imal edilen boruların dış ve iç kaynak çapakları giderilmiş olacaktır.

Boru/bağlantı parçasının 5.1 maddesinde belirtilen esaslarda açılan kaynak ağzı ile kaynak malzemesi arasında tam kaynama sağlanacak ve kaynak dikişleri içten ve dıştan olmak üzere her iki yüzde de yapılacaktır. Kaynak dikişlerinin şekli ve görünümünde ilgili standartlarda belirlenen esaslara uyulacaktır.

Ultrasonik ve radyografik NDT (tahribatsız muayene) yöntemlerinin uygulanamaması halinde manyetik parçacık veya sıvı penetrant muayenesi yapılacaktır. Tahribatsız kaynak muayene sonuçları boru/bağlantı parçası seri numarası da yazılarak kayıt altına alınmış olacak ve istendiği takdirde muayene heyetine sunulacaktır.

Kaynak kalite kontrol belgesi üretici tarafından ürün teslim anında İdareye sunulacaktır.

Kaynak kontrolü, kaplama işlemi başlamadan önce yapılacaktır.

Boru/bağlantı parçası üretimi sırasında kaynak dikişinde gözle görülebilecek çatlak kabul edilmeyecek ve onarımına izin verilmeyecektir. Özel imalat borularda İdarenin onayıyla onarıma izin verilebilecektir.

Boru/bağlantı parçası üretimi sırasında kusurlu olduğu tespit edilen kaynak dikişleri, hidrostatik teste girmeden önce tamir edilecektir. Hidrostatik testten sonra kusurlu olduğu tespit edilen kaynak dikişleri, tamir edildikten ve tahribatsız muayene işlemleri tamamlandıktan sonra yeniden hidrostatik teste tabi tutulacaktır.

Boru/bağlantı parçası imalatında kullanılacak sac üzerinde delik, çatlak, çizik, katmerleşme vb. yüzey kusurlarını gidermek üzere tamir kaynağı yapılmayacaktır.

Kusurlu kaynak dikişi en az 100 mm kaynak ağzı açılarak temizlenecek, hata durumuna göre gerekmesi halinde kaynak ağzı genişletilerek temizlenecek, kaynak dikişi onarılacaktır. Daha sonra radyografik yöntemle kaynak dikişi kontrol edilecektir.

Bir boruda kaynak onarımı yapılan dikiş uzunluğu en az 100 mm, en fazla 600 mm olacak, bir borudaki onarım gören toplam kaynak dikiş uzunluğu, borunun kaynak dikişi uzunluğunun %5'ini geçmeyecektir.

Bir boru üzerinde dur/kalk durumları hariç üç onarım kaynağından fazlasına izin verilmeyecektir. Kaynak onarımı yapılan bir bölgede ikinci bir kaynak onarımı yapılmayacaktır.

Boru uçlarına 300 mm mesafe içinde kaynak onarımına izin verilmeyecektir.

Üretici radyografik ve ultrasonik muayene sırasında belirlenen tüm hataların giderildiğini doğrulayacaktır. Kaynak onarımı yapılan borunun tamamı yeniden radyografik muayene ile kontrol edilecektir.

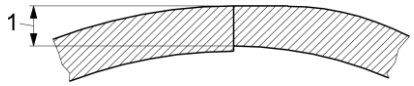
Kaynak onarımı görmüş boru sayısı, teslim edilecek toplam boru sayısının %25'ini geçmeyecektir.

Dış ve iç kaynak dikişlerinin yüksekliği, Çizelge 6'daki gibi olacaktır.

Çizelge 6 : EW ve HFW borular için kaynak dikişi yüksekliği

Çelik Kalitesi	**Dış taraf**	**İç taraf**
TR1 Kalite	0 (tıraşlanmış)	≤ 1,50 mm
TR2 Kalite /10217-3	0 (tıraşlanmış)	0 (tıraşlanmış) veya ≤ (0,05t + 0,50 mm)

EW ve HFW borular için, kaynak işleminden sonra radyal kayması bulunan kaynağın dış yüzeyi tıraşlandıktan sonra kaynakta kalan et kalınlığı (Şekil 3'de 1) Çizelge 4'de izin verilen et kalınlığından az olmayacaktır.

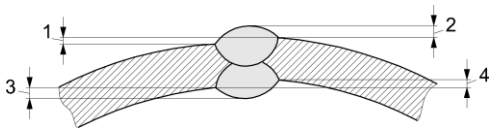


Şekil 3

SAW borular için kaynaktaki plaka veya şerit kenarlarının radyal kayması, Çizelge 7'deki sınırları geçmeyecektir.

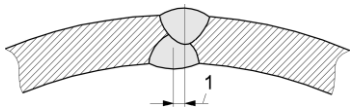
Çizelge 7 : SAW borular için kaynak dikişi yüksekliği ve radyal yöndeki kaçıklığı

Et kalınlığı, t (mm)	**İç/dış taraf (mm)** (Şekil 4'de 2, 3)	**Radyal yöndeki kaçıklık (mm)** (Şekil 4'de 1, 4)
≤ 12,5	≤ 3,00	≤ 1,60
> 12,5	≤ 4,00	≤ 0,125 x t



Şekil 4

İç ve dış kaynak dikişlerinin aynı eksende olması için (Şekil 5'de 1) gerekli özen gösterilecektir.



Şekil 5

5.4.2. Boru kaynak işleri

Her kaynak dikişi boyunca %100 ultrasonik, %20 radyografik tahribatsız muayene (NDT) yapılacaktır. Tamir gören kaynak dikişi ve kaynak dikişlerinin kesişimi boyunca %100 radyografik NDT yapılacaktır.

EW ve HFW borularda kaynak dikişi onarımına izin verilmeyecektir.

SAW borularda ise ancak onaylı bir Kaynak Talimatı ile yapılan onarım kabul edilecektir.

Boruların kaynağı, kaynak dikişi sürekli olacak şekilde yapılacaktır.

5.4.3. Bağlantı parçası kaynak işleri

Her kaynak dikişi boyunca ön kontrol amacıyla %100 ultrasonik, devamında %100 radyografik tahribatsız muayene (NDT) yapılacaktır.

Bağlantı parçası, kaynak işleminden hemen sonra gerilim giderme işlemine tabi tutulacaktır. Özel imalat bağlantı parçalarında bu şart aranmayacaktır.

Bağlantı parçası imalatı sırasında yapılan tüm kaynaklar, EW veya gazaltı ark kaynağı olacaktır.

Tozaltı ark kaynaklı boruların kaynakları ve plâka veya şeritten yapılmış bağlantı elemanları ve bağlantı parçası bileşenlerinin dikiş kaynakları, kaynak kökünde ve kaynak yüzeyinde, 3T, 4T çapta bir mandrel kullanılarak yapılan kaynak eğme deneyinde uygun sonuçlar verecektir. Kaynak metalinde, kaynama hattında, ısıdan etkilenen bölgede veya ana metal kenarlarında oluşabilecek hafif erken hasar dışında hiçbir çatlağa veya kusura izin verilmeyecektir.

5.5. Boruların Kaplanması

5.5.1. Genel

Boru/bağlantı parçasının korozyondan korunması için iç ve dış yüzeyine şartnamede belirtilen cinste ve standardına göre kaplama uygulanacaktır.

Boru/bağlantı parçası üreticisi, kaplama üreticisinin Kaplama Malzemesi Bilgi Föyüne göre Kaplama Uygulama Talimatını hazırlayacaktır. Bu talimat, kaplama yüzeyinin hazırlanmasını, kaplamanın yapılacağı ortam şartlarını, kaplamanın uygulanmasını, gerekli yöntem ve ekipmanı, kontrol safhalarını, kaplama üreticisinin adını, üreticinin önerdiği kaplama malzemesinin kodunu, muayene ve kabul testlerini, test standartlarını, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili alınacak tedbirleri içerecektir. Kaplama üreticisinin Denetim Uzmanı ve boru/bağlantı parçası üreticisinin Kaplama Uygulama Uzmanı Kaplama Uygulama Talimatını birlikte imzalayacaktır.

Boru/bağlantı parçası üreticisinin tesislerinde veya sahadaki kaplama uygulaması; Seviye 1 Belgeli Kaplama Uygulama Uzmanı tarafından yapılacak, Seviye 2 Belgeli Denetim Uzmanı tarafından kontrol edilecektir. Uzmanlık belgeleri akredite bir kuruluştan (AMPP vb.) veya Mesleki Yeterlilik Kurumundan alınmış olacaktır.

Kaplama Uygulama Uzmanı, Kaplama Uygulama Talimatına göre kaplama performans değerlerini sağlayacak şekilde yüzey hazırlığı ve kaplama uygulamasını yapacaktır. Kaplama Üreticisinin Denetim Uzmanı, kaplama uygulamasının sonunda kaplama işlemini Uygulama

Talimatına göre denetleyecek, seçilen kaplama sistemine uygun malzeme kullanıldığını, uygulamanın Kaplama Uygulama Talimatına göre yapıldığını, ilgili standardına göre deney sonuçlarının uygun olduğunu gösteren, kullanılan kaplama malzemesinin parti numarasını ve son kullanma tarihini de içeren Kaplama Takip Formu (Kontrol ve Test Planı) ile raporlama yapacaktır.

Kaplanacak yüzeylerde, kaplamayı olumsuz etkileyebilecek yağ, kir vb. maddeler kaplama işlemine başlamadan önce giderilecektir. Kaplanacak tüm yüzeylerde TS EN ISO 8501-1'e göre, en az Sa2½ seviyesinde çelik grit ve çelik bilye karışımı ile kumlama yapılacaktır.

Kumlanan yüzeylerde elde edilecek yüzey pürüzlülüğü, Kaplama Malzemesi Bilgi Föyüne uygun ve TS 6956 EN ISO 4287'ye göre ölçüldüğünde 50 µm ile 100 µm arasında olacaktır**.**

Kumlama işleminde kullanılacak çelik grit veya çelik bilye, kir, yağ vb. yabancı madde içermeyecek ve bağıl nem oranı %80'i geçmeyecektir.

Kumlanmış yüzeylerde TS EN ISO 8502-3'e göre şeffaf bant ile toz kontrolü yapılacak, tozun yoğunluğu en fazla "Sınıf 1", tozun boyutu "Sınıf 2" olacaktır. Boyutu 100 µm üzerinde parçacık bulunması durumunda endüstriyel hava makineleri ile temizleme işlemi yapılacaktır**.**

Kumlanmış ve temizlenmiş yüzeyler, astar boya öncesi tozdan arındırılacak ve bunun için yüzeylere, temiz, kuru hava üflenecek veya endüstriyel vakum temizleyiciler kullanılacaktır.

Kumlama yapılan yüzeylerde, yapışmayı engelleyecek yüzey oksitlenmesini önlemek için en geç 1 saat, bağıl nemin %60'ın altında olduğu yerlerde en geç 4 saat içinde kaplama yapılacaktır.

Yüzeyde pas oluşumunun tespit edildiği her durumda kumlama işlemi tüm unsurları ile tekrar edilerek yüzey hazırlık süreci yeniden başlatılacaktır.

Üretici/yüklenici, kumlama işlemine başlamadan önce, kaplama uygulamalarında gerekecek her türlü test ve kontrol cihazını ve karşılaştırma mastarlarını fabrikada veya şantiyede hazır bulunduracaktır.

Kumlama ve kaplama işlemlerinde kullanılacak basınçlı hava kalitesi, TS ISO 8573-1'e göre "Sınıf 6"ya uygun; toz boyutu 5 µm'den az, çiğlenme noktası 10°C, yağ miktarı 5~10 mg/m^{3} olacak ve içerisinde su bulunmayacaktır.

Ortam sıcaklığı ve bağıl nem her yüzey hazırlığı ve her kaplama uygulaması öncesi kontrol edilecektir. Ortam sıcaklığı, Kaplama Uygulama Talimatındaki değerlerde olacaktır. Bağıl nem poliüretan kaplama için en fazla % 65, diğerleri için en fazla % 80 olacaktır**.**

Yüzey hazırlığı ve kaplama uygulaması yapılacak yüzeyin sıcaklığı çiğlenme noktasının en az 3°C üzerinde olacaktır.

Kaplama, yüzeyin tamamını kapatacaktır. Kaplama ile sağlanan korumanın etkisini azaltabilecek veya görüntüsünün önemli bir şekilde bozulmasına sebep olabilecek hasarlar, bir

sonraki kaplama uygulamasına geçilmeden giderilecektir. Kaplama mahallinin çevre şartları, ortam sıcaklığı, Kaplama Malzemesi Bilgi Föyüne uygun olacaktır.

Bir seferde hazırlanan malzemenin miktarı, kaplama üreticisi tarafından belirlenen raf ömrü süresinde tüketilebilecek miktarı aşmayacak veya kaplanacak yüzey alanı için yeterli malzemeden fazla olmayacaktır.

Kaplama malzemesi üreticisi, boru/bağlantı parçası üreticisine/yükleniciye kaplama malzemesinin muayene ve deney sonuçlarını kapsayan bir deney sertifikası tedarik edecektir.

İç kaplama malzemesi, BS 6920 veya eşdeğer standartlara göre 23 ± 2ºC sıcaklıkta içmesuyuna uygun olduğunu gösteren uluslararası akredite bir kurumdan alınmış uygunluk sertifikasına veya Tübitak MAM tarafından verilmiş deney raporuna sahip olacaktır.

Boru/bağlantı parçası uçlarındaki kaplanmamış yüzey uzunluğu, borunun uç kısmından kaplama eğiminin başlangıcına kadar iç ve dış yüzeyde en fazla 100 ± 10 mm olacaktır.

Kaplama, boru ekseni yönünde en fazla 30°'lik açıyla pahlanacaktır.

Boru/bağlantı parçası yüzeylerine borunun konumuna göre sadece Çizelge 8'de belirtilen kaplama çeşitleri uygulanacaktır.

Yüzeyin yaş olması, bağıl nem oranının %80'den yüksek olması, çevre veya boyanacak parça yüzeyinin kaplama üreticisinin belirttiği sıcaklıklara göre düşük veya fazla olması, rüzgâr hızının saatte 24 km'den fazla olması, ortamın aşırı tozlu olması, ortam sıcaklığının 5°C'nin altına düşmesi, yüzey sıcaklığının çiğlenme noktasının en az 3°C üzerinde olmaması durumlarında kaplama yapılmayacaktır.

Özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe toprağa gömülecek boruların dış kaplaması HDPE olacaktır.

Çizelge 8 : İzin verilen kaplama çeşitleri

Kaplama bölgesi	**Borunun konumu**			
	Açıkta	**Betona gömülü**	**Toprağa gömülü**	**Suyun altında**
İç	EP / GLV / PUR	EP / PUR	EP / PUR	EP / PUR
Dış	EP / HDPE / PP / GLV / PUR	25 ±5 µm EP Astar	EP / HDPE / PP / PUR	EP / HDPE / PP / PUR

5.5.2. Epoksi (EP) kaplama

Boru/bağlantı parçasının iç yüzeyine TS EN 10339'a, dış yüzeyine TS EN 10289'a göre sıvı epoksi kaplama uygulanacaktır.

Epoksi kaplama kalınlığı, dış yüzeyde en az 600 µm, iç yüzeyde en az 500 µm olacak, Kaplama Uygulama Talimatında yer alması durumunda kaplama kalınlığı artırılabilecektir.

Bir sistemin parçalarını oluşturan tüm kaplama malzemeleri aynı imalatçının ürünü olacaktır. Ambalajların üzerinde belirtilen kullanma süresi dolmuş veya son kullanma tarihi geçmiş kaplama malzemeleri kullanılmayacaktır.

Epoksi kaplamanın bileşenleri (epoksi reçine, hızlandırıcı kimyasal) ayrı kaplarda tedarik edilecek, kaplama işlemi öncesi her bir kabın içerisindeki malzeme homojen hale gelmesi için karıştırılacak, bu işlemden sonra bileşenler Kaplama Uygulama Talimatında yer alan oranlarda karıştırılarak homojen bir malzeme elde edilecek, bu malzeme en geç bir saat içerisinde kullanılacaktır**.**

Kaplama, Kaplama Uygulama Talimatına göre püskürtme yöntemi ile yapılacaktır.

Kaplama kalınlığı, TS EN ISO 2808'e göre ölçülecektir.

Uygun olmayan hava koşullarında, koruyucu çadır, ısıtıcı ve nem giderici kullanılarak uygun çevre koşulları sağlandığında kaplama yapılabilecektir.

Çizelge 9 : Çelik boru epoksi iç/dış kaplama özellikleri

Özellikler	**Şartlar**
Kaplamanın elle temas sıcaklığı	-20°C ile 60°C
Servis sıcaklık aralığı	-20°C ile 60°C
Kaplama sisteminin kuru film kalınlığı	en az 500 µm (iç) en az 600 µm (dış)
Görünüm ve devamlılık	Homojen renk, düzgün görünüm ve hatasız
Gözeneksizlik/Holiday	Akım boşalmasına izin veren boşluklar bulunmayacaktır.
Darbe dayanımı (Joule/mm)	(23 ± 2) °C'de kaplama kalınlığının (mm) beş katı (-5 ± 3) °C'de kaplama kalınlığının (mm) üç katı
Sökülmeye karşı direnç (X-Cut)	Kaplama, yüzeyden 2 mm'den fazla ayrılmayacaktır.
Kaldırma dayanımı (pull-off)	11MPa
Katodik ayrışma	Ortalama ayrışma yarıçapı ≤ 6 mm En büyük ayrışma yarıçapı ≤ 8 mm
Özgül elektriksel yalıtım direnci	(23 ± 2) °C'de 100 gün sonunda Rs = 10^6 ohm.m^2 (60 ± 2) °C'de 30 gün sonunda Rs = 10^4 ohm.m^2
Musluk suyuna daldırdıktan sonra sökülmeye karşı direnç	(60 ± 2) °C'de 100 saat sonunda kaplama, yüzeyden 2 mm'den fazla ayrılmayacaktır.
İz derinliği	(23 ± 2) °C'de iz, 0,2 mm'den küçük olacaktır. (60 ± 2) °C'de iz, ilk ölçülen kalınlığın yüzde otuzundan küçük olacaktır.
Isıl yaşlandırma deneyi	(80 ± 2) °C'da 100 gün sonunda akım boşalmasına izin veren boşluklar bulunmayacaktır.

5.5.3. Polietilen (HDPE) ve polipropilen (PP) kaplama

TS EN ISO 21809-1'e göre HDPE polietilen veya polipropilen kaplama yapılacaktır.

Toplam kaplama kalınlığı, Çizelge 10'a uygun olacaktır. Kaynak dikişi bölgesinde kaplama kalınlığı, %10 oranına kadar azalabilecektir.

Çizelge 10 : HDPE ve PP kaplama için toplam kaplama kalınlığı

DN	**HDPE**	**PP**
	En az (mm)	En az (mm)
≤ 200	1,8	1,7
200 < DN ≤ 700	2,0	1,9
700 < DN ≤ 1500	2,5	2,3
1500 < DN ≤ 2000	3,0	2,8
2000 <	3,2	3,0

Kaplama sistemi; birinci katman epoksi astar, ikinci katman yapıştırıcı, üçüncü (üst) katman polietilen/polipropilen olarak oluşturulacaktır.

Her katman kaplama malzemesi TS EN ISO 21809-1 gerekliliklerini karşılayacak ve bu özellikler deneylerle doğrulanarak rapor edilecektir. Deney raporu, yeterlilik deneylerinin sonuçlarını ve standarttaki gerekli verileri içerecektir.

Kaplama, Kaplama Uygulama Talimatına göre yapılacaktır.

Kaplama bileşenlerinin uygulanması sırasında, borunun ön ısıtma sıcaklığı, kaplama sıcaklığı her yarım saatte bir, optik pirometre veya temas termometresi kullanılarak izlenecek ve kaydedilecektir.

Uygulanan kaplama, olası hasarları önlemek üzere Kaplama Uygulama Talimatında belirtilen sıcaklığa kadar soğutulduktan sonra üretim bandından çıkarılacaktır.

Çizelge 11 : Çelik boru polietilen ve polipropilen kaplama özellikleri

Özellikler		**Sınıf B**	**Sınıf C**
Kaplama malzemesi		HDPE	PP
Servis sıcaklık aralığı		−40 ^{0}C ile 80 ^{0}C	−20 ^{0}C ile 110 ^{0}C
Minimum epoksi kalınlığı		Yaş epoksi: 25 µm, FBE: 125 µm	
Minimum yapıştırıcı kalınlığı		Boru üzeride 150 µm	
Kaplamanın toplam kalınlığı		Çizelge 10'a göre	
Yoğunluk (g/cm^3)		≥ 0,930	≥ 0,890
Karbon siyahı miktarı, kütlece %		2 ~ 3	-
Uzama (%)		≥ 600	≥ 400
Akma dayanımı (MPa)		≥ 15	≥ 20
Sertlik (Shore D)		≥ 55	≥ 60
Oksidasyon İndüksiyon Süresi		≥ 30 dakika, 210^{0}C'de	≥ 30 dakika, 220^{0}C'de
Eriyik akış hızı MFR (%) (190 ºC / 2,16 kg)		≥ 35	≥ 35
Görünüm ve devamlılık		Homojen renk, düzgün görünüm ve hatasız kaplama olacaktır.	
Gözeneksizlik (holiday)		Akım boşalmasına izin veren boşluklar bulunmayacaktır.	
Darbe dayanımı (23 ± 3) °C'de		> 5 J/mm	> 10 J/mm
İz derinliği	(23 ± 3) °C'de	≤ 0,3 mm	≤ 0,1 mm

Özellikler		Sınıf B	Sınıf C
	En yüksek servis sıcaklığında	≤ 0,4 mm	
Soyulma dayanımı		23 °C de ≥ 10 N/mm 60 °C de ≥ 2 N/mm	23 °C de ≥ 25 N/mm 90 °C de ≥ 4 N/mm
Epoksi sertleşme derecesi (1. tabaka)		≤ 5 °C ve imalatçı özelliklerine göre	
Katodik ayrışma	23 °C'de 28 günde −1,5 V	≤ 7 mm	
	65 °C'de 24 saatte −3,5 V	≤ 7 mm	
	Maksimum çalışma sıcaklığında 28 günde −1,5 V	≤ 15 mm	
Özgül elektriksel yalıtım direnci		Rs = 10^7 ohm.m^2	
Esneklik		Boru çapı uzunluğu başına 2°'lik bir açıda çatlama olmayacaktır.	
Sıcak suya daldırma		Yapışma kaybı en fazla 3 mm olacaktır.	

5.5.4. Poliüretan (PUR) kaplama

TS EN 10290'a göre sıvı poliüretan kaplama yapılacaktır.

Kaplamanın bileşenleri ayrı kaplarda tedarik edilecek, birbirleriyle karıştırırken homojen bir karışım elde edildiğinden emin olabilmek için kaplama bileşenleri farklı renkte olacak, kaplama işlemi öncesi her bir kabın içerisindeki malzeme homojen hale gelmesi için karıştırılacak, bu işlemden sonra bileşenler Kaplama Uygulama Talimatında yer alan oranlarda karıştırılarak homojen bir malzeme elde edilecektir.

Kaplama, Kaplama Uygulama Talimatında yer alan hususlara göre uygulanacaktır.

Kaplama bileşenleri, aynı üreticinin ürünü olacaktır.

Bir defada hazırlanan malzeme miktarı, kaplama üreticisi tarafından belirtilen kap ömrü içinde kullanılabilecek veya kaplanacak alanın tam olarak kaplanmasını sağlamak için gerekli olan miktarı aşmayacaktır.

Öngörülen kalınlığa ulaşmak için ikinci bir kat gerekiyorsa, Kaplama Uygulama Talimatında belirtilen katlar arası bekleme süresi dikkate alınacaktır.

Film kalınlığı EN ISO 2808'e göre ölçülecektir.

Metal sıcaklığı ile çiğlenme sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altında veya nem %65'in üzerinde veya ortam sıcaklığı 5°C'nin altında ise kaplama uygulaması yapılmayacaktır.

Herhangi bir noktada kaplama sisteminin kuru film kalınlığı en az 1.500 µm olacaktır.

Tahribatlı testler uygulanan bölgelere onarım yapılacak, onarımda kullanılacak malzeme, boru kaplaması koruma sınıfına uygun olacaktır.

Tahribatlı testlerin sebep olduğu onarımlar dışında onarıma izin verilmeyecektir.

Çizelge 12 - Çelik boru poliüretan kaplama özellikleri

Özellikler	Şartlar	
Servis sıcaklığı	-20°C ile +60°C	
Kaplama sisteminin kuru film kalınlığı	Sınıf B, en az 1500 µm	
Görünüm ve devamlılık	Homojen renk, düzgün görünüm ve hatasız	
Kaplamasız uç kısımlar	(150 ± 20) mm	
Gözeneksizlik/Holiday	Akım geçmesine izin veren boşluklar bulunmayacaktır.	
Darbe dayanımı (Joule/mm)	(23 ± 2) °C'de kaplama kalınlığının (mm) beş katı (-5 ± 3) °C'de kaplama kalınlığının (mm) üç katı	
Sökülmeye karşı direnç (X-Cut)	Kaplama yüzeyden, (23 ± 2) °C'de 3 mm'den fazla, (60 ± 2) °C'de 4 mm'den fazla ayrılmayacaktır.	
Kaldırma dayanımı (pull-off)	12 MPa	
Katodik ayrışma	Ortalama ayrışma yarıçapı ≤ 8 mm En büyük ayrışma yarıçapı ≤ 10 mm	
Özgül elektriksel yalıtım direnci	(23 ± 2) °C'de 100 gün sonunda Rs = 10^7 ohm.m^2 (60 ± 2) °C'de 30 gün sonunda Rs = 10^4 ohm.m^2	
Musluk suyuna daldırdıktan sonra yapışma	(60 ± 2) °C'de 100 saat sonunda kaplama, yüzeyden 2 mm'den fazla ayrılmayacaktır.	
İz derinliği	(23 ± 2) °C'de iz, 0,2 mm'den küçük olacaktır. (60 ± 2) °C'de iz, ilk ölçülen kalınlığın yüzde otuzundan küçük olacaktır.	
Isıl yaşlandırma	(80 ± 2) °C'da 100 gün sonunda akım boşalmasına izin veren boşluklar bulunmayacaktır.	
Esneklik	23 ± 2 °C	0 ± 2 °C
	Bağlantı parçası için S = 0,01 Boru için S = 0,03	Bağlantı parçası için S = 0,005 Boru için S = 0,02
Uzama	≥ %10	

5.5.5. Galvaniz (GLV) kaplama

DN200 ve daha küçük çaplı boru/bağlantı parçası TS 11348 EN 10240, TS EN ISO 1461'e göre sıcak daldırma galvaniz ile kaplanacak, muayene ve deneyleri yapılacaktır.

Galvanizleme işleminden önce yüzeyler temizlenecek, kaplanacak yüzeylerdeki yağ ve gres kalıntıları, kirlilikler ve varsa daha önce oluşmuş korozyon giderilerek galvaniz kaplama işlemine hazır hale getirilecektir.

Galvaniz kaplama; yağ alma, asit ile temizleme, yıkama, kurutma, kaplama, soğutma vb. işlemler uygulanarak yapılacak ve üretici bu işlemleri yapacak prosese sahip olacaktır.

Kaplanmış yüzeylerde nodül, kabarcıklanma, pürüzlülük vb. yüzey kusurları bulunmayacaktır.

Kaplama kalınlığı, t > 6 mm için en az 70 µm ve 505 g/cm^2, t = 3 ~ 6 mm için en az 55 µm ve 395 g/cm^2 olacaktır.

Kaplama, ağırlıkça en az %98,50 erimiş çinko içeren bir havuza daldırılarak yapılacaktır. Yapışan çinko ile yüzeyin tamamı aynı kalınlıkta kaplanacak, Kaplama Uygulama Talimatında belirtilen bakır sülfat solüsyonuna daldırılacaktır.

Kaplama, yüzey işleme, yüzeylere diş açılması ve kaynaklı birleştirme işleminden sonra yapılacak, kaplama sonrası vidalı bağlantılarda montaj sorunu yaşanmaması için gerekli tedbirler alınacaktır.

Sahada, boru/bağlantı parçası birleştirme işleminden sonra kaplaması olmayan tüm yüzeylere püskürtme galvaniz yöntemiyle kaplama yapılacaktır.

5.6. İşaretleme

Boru/bağlantı parçasının;

Dış yüzeyine DSİ logosu, İdarenin adı, projenin adı, üreticinin adı, üretim standardının işaret ve numarası (TS EN 10217-1, TS EN 10253-2 vb.), çelik kalitesi (P235TR1 vb.), sicil numarası, anma çapı, et kalınlığı,

İç yüzeyine boyu (mm), dış çapı (mm), et kalınlığı (mm), çelik kalitesi, sicil numarası,

Ayrıca bağlantı parçasının iç yüzeyine tipi, anma boyutu (mm), açısı, eğrilik yarıçapı, giriş/çıkış çapı vb. tanımlayıcı bilgileri; yazılacaktır.

İç/dış yüzeylere yapılacak işaretlemeler silinmeyecektir. İşaretlemelerin tamamı barkod etiketi ile boru/bağlantı parçasının dış yüzeyine ayrıca yapıştırılacaktır.

İşaretlemeler kaplama bittikten sonra üretici tesisinde yazılacaktır.

Dış yüzeye yapılan işaretlemeler; boru/bağlantı parçasının her iki tarafına, bir metre uzaklıktan kolaylıkla okunabilecek beyaz renkte, Arial Tur yazı tipinde, 0,1.DN'ye karşılık gelen boyutta olacaktır.

DSİ logosu, orijinal (RAL 6026) renginde 4 birim yatay 3 birim düşey ölçekli olmak üzere en az çapın %70'i yüksekliğinde yapıştırma olarak boru/bağlantı parçasının her iki tarafına yerleştirilecektir.

Üreticinin adı, logosu veya amblemi, DSİ logosundan büyük olmayacaktır.

Normal depolama şartları, hava şartları, döşeme ve kullanım işlemleri, işaretlerin okunabilirliğine etki etmeyecektir.

"nn", işin yapıldığı yeri denetleyen yapı denetim teşkilatının bağlı bulunduğu DSİ Bölge Müdürlüğünün Arap rakamlarıyla bölge numarasını,

"Proje Adı", işin sözleşmesindeki adı veya yatırım programındaki proje adını,

"a", projenin amacı doğrultusunda içmesuyu işlerinde "İ", sulama işlerinde "S", enerji işlerinde "E" harfini ifade etmek üzere boru üzerine yazılacak İdarenin adı olmak üzere projenin adı bilgileri; "DSİnn – Proje Adı a." düzeni ile yazılacaktır (örneğin: "DSİ15 – Mardin Ceylanpınar Ovası S." vb.).

Arazide yapılan özel imalat boru/bağlantı parçasında iç/dış yüzeye sadece sicil numarası yazılacaktır.

Çelik boru siparişi; “anma çapı x et kalınlığı”, çelik kalitesi, üretim standardı, dış/iç kaplama cinsi ve boru uzunluğu (mm) belirtilerek yapılacaktır (örneğin: DN200 x 10 - P265 TR1 - TS EN 10217/1 - PE/EP - 12.000)

6. NUMUNE ALMA, MUAYENE VE DENEYLER

6.1. Genel

Üretici/yüklenici, üretim ve muayene/kabul esnasında şartnameye ve standartlara göre yapılması gerekli olan tüm muayene ve deneyleri yapacak/yaptıracaktır.

Boru/bağlantı parçası, şartname ve projede belirtilen hususlara uygunluk bakımından muayene edilecektir. Gözle muayene (VT) yöntemi bütün boru/bağlantı parçasına uygulanacaktır.

Dış çap, çevre bandıyla, et kalınlığı, ultrasonik kalınlık ölçme cihazı ile; boru/bağlantı parçası uçlarında ve ortasında olmak üzere en az 3 yerde ölçülecektir.

Yuvarlaklıktan sapma, boru/bağlantı parçası boyu, çapı, et kalınlığı, kaynak ağzı ölçüm değerleri 5.1 maddesinde belirtilen toleranslara uygun olacaktır.

Boru/bağlantı parçasının; 5.1, 5.2, 5.3 maddesine, işaretlemelerinin 5.6 maddesine uygun olduğu kontrol edilecektir.

Boru/bağlantı parçası üzerinde Çizelge 13'de yer alan deneyler yapılacaktır.

Çizelge 13 : Boru (Br) /bağlantı parçası (Bp) üzerinde yapılacak deneyler

		Deneyin adı	**Numune Cinsi**	**Üretim Aşaması**	**Muayene ve Kabul**
1		Çeliğin kimyasal analizi	Br + Bp	√	√
2	6.2.2.	Malzeme çekme deneyi	Br + Bp	√	√
3	6.2.3.	Kaynak dikişi çekme deneyi	Br + Bp (10253)	√	√
4	6.2.4.	Düzleştirme deneyi	EW, HFW Br	√	√
5	6.2.5.	Kaynak eğme deneyi (iç/dış)	Br + Bp (9341, 10217, 10253/2)	√	√
6	6.2.6.	Vurma deneyi	Br + Bp (10217/3, 10253/2)	√	√
7	6.2.7.	Hidrostatik deney	Br + Bp (9341, 2649)	√	√
8	6.2.8.	Elektromanyetik deney	SAW hariç Br	√	√
9	6.2.9.1.	Gözle muayene (VT) yöntemi	Br + Bp	√	√
10	6.2.9.2.	Sıvı penetrant muayene (PT) yöntemi	Bp	√	√
11	6.2.9.3.	Manyetik parçacık muayene (MT) yöntemi	Bp	√	√
12	6.2.9.4.	Ultrasonik muayene (UT) yöntemi	Br + Bp	√	√
13	6.2.9.5.	Radyografik muayene (RT) yöntemi	Br + Bp	√	√
14		Boyut ve tolerans muayene ve kontrolü	Br + Bp	√	√
15		Sertlik	Bp (10253)	√	√

7 sıra numaralı deney, özel üretim boru/bağlantı parçası için arazide yapılacaktır.

7, 9, 12, 13 sıra numaralı deneyler, üretim aşamasında her bir boru/bağlantı parçası için yapılacaktır. EW ve HFW boru/bağlantı parçası için 7 sıra numaralı deneyin yapılamadığı durumlarda İdare izniyle 8 sıra numaralı deney uygulanacaktır.

12, 13 sıra numaralı deneylerin yapılamadığı durumlarda 10, 11 sıra numaralı deneyler yapılacaktır.

1 ~ 13 sıra numaralı deneyler çelik boru/bağlantı parçası imal edildikten hemen sonra, kaplama yapılmadan önce yapılacaktır.

Boru/bağlantı parçası iç ve dış yüzeyi kaplandıktan sonra Çizelge 14'deki deneyler yapılacaktır.

Çizelge 14 : Kaplama deneyleri

		Deneyin adı	**Uygulanan Kaplama Cinsi**	**Tip Deney**	**Üretim Aşaması**	**Muayene ve Kabul**
1	6.2.11.1	Gözle muayene	Hepsi		√	√
2	6.2.11.2	Kaplama kalınlığı testi	Hepsi		√	√
3	6.2.11.3	Sertlik testi	PE, PP		√	√
4	6.2.11.4	Gözeneksizlik deneyi	GLV hariç		√	√
5	6.2.11.5	Darbe dayanım deneyi	GLV hariç		√	√
6	6.2.11.6	Yapışma testi – sökülmeye karşı direnç	EP, PÜR	√		
7	6.2.11.7	Yapışma testi – pull-off yöntemi	EP, PÜR		√	√
8	6.2.11.8	İz deneyi	EP, PÜR	√		
9	6.2.11.9	Esneklik testi	PE, PP	√		
10	6.2.11.10	Uzama testi	PE, PP	√		
11	6.2.11.11	Soyulma dayanımı	PE, PP	√	√	√
12	6.2.11.12	Diğer deneyler (tip testler)	Hepsi	√		
13		Yapışma testi	GLV		√	√
14		Kaplama kalitesi testi	GLV		√	√
15		Kimyasal analiz	GLV		√	√

Üretici, boru/bağlantı parçasının üretiminden teslimine kadar geçen her safhada standartlara ve Kalite Planına göre yapılması gereken deneylerin sonuçlarını, kaplama üreticisinden temin edeceği tip deney sonuçlarını, malzeme üreticisinden aldığı onaylı sertifikayı bir dosya halinde muayene/kabul heyetine sunacaktır.

Teslimi yapılacak, her 50 adet boru veya çeşidinden bağımsız her 5 adet bağlantı parçası; bir parti (deney birimi) olarak kabul edilecektir. Bu miktarın altında kalan boru/bağlantı parçaları da bir parti sayılacaktır.

Sayıca fazla olan teslimlerde boru/bağlantı parçası sayısına bakılmaksızın 5'ten fazla parti belirlenmeyecektir.

Sayıca fazla olan teslimlerde aynı et kalınlığı, çap ve kaplama türü aynı partide olacaktır.

Muayene/kabul heyeti, her boru/bağlantı parçası partisinden rastgele bir numune seçecektir.

Alaşımlı ve alaşımsız çelik boru/bağlantı parçası için Çizelge 13'deki 1, 2, 3, 4 (EW, HFW) ve 5 sıra numaralı deneyler; alaşımlı çelik boru/bağlantı parçası için Çizelge 13'deki 6 sıra numaralı deney yapılacaktır. Partiden bir numune boru kesilerek üçer adet deney parçası hazırlanacak, mekanik deneyler ve kimyasal analiz akredite laboratuvarlarda yaptırılacaktır.

Boruların şantiye tesliminde Çizelge 13'teki 1 ~ 6 sıra numaraları deneyler ayrıca sahadan numune alınarak DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı laboratuvarlarında yapılacaktır.

Kaplamanın muayene/kabul ve deneyleri; üreticinin akredite laboratuvarında veya bağımsız akredite laboratuvarlarda, standardında yer alan tip deneyler hariç yapılacaktır.

Bağlantı parçasına ve üreticinin tesislerinde imal edilen özel imalat boru/bağlantı parçasına uygulanacak mekanik, kimyasal ve kaplama deneyleri; üretici tarafından hazırlanan numuneler üzerinde, üretici tesislerinde, standardında yer alan tip deneyler hariç yapılacaktır.

Tip deney sonuç raporlarının 5 yılı aştığının tespit edilmesi halinde bu deneyler tekrarlatılacak, muayene/kabul bu deneylerin tamamlanması sonrasına ertelenecektir.

Teslimi yapılacak olan partiden alınan deney parçası ya da boru/bağlantı parçası üzerinde yapılan muayene ve deneyler sonucu teknik şartnamede istenen şartları sağlayan deney parçalarının temsil ettiği parti kabul edilecektir.

Bir deney sonucu, aranan şartlara uymazsa aynı numuneden alınan laboratuvardaki şahit deney parçası üzerinden ilgili deney tekrarlanacaktır. İkinci defa yapılan deney sonuçları aranan şartları sağlamazsa deneyi yapılan partideki tüm ürünler reddedilecektir.

Boru/bağlantı parçası kaplama muayene ve kabul deneylerinden bir veya daha fazlası teknik şartnamede istenen şartları sağlamıyorsa, deney parçalarının temsil ettiği parti kabul edilmeyecektir.

Kaplaması hatalı sayılan partiler, üretici tarafından yeniden standardına göre kaplama kaldırma, yüzey temizliği, yeniden kaplama, fabrika testleri yapılarak tekrar muayene ve kabul işlemine hazır hale getirilecektir.

Deney parçasının temsil ettiği boruların sicil numarası deneyler yapılmadan önce kayıt altına alınacaktır.

Deney nedeniyle tahribata uğrayan boru/bağlantı parçası ve kaplaması şartnameye uygun hale getirilmeden sevk edilmeyecektir.

Üretim miktarı, numune alma nedeniyle miktarın azalacağı dikkate alınarak belirlenecektir.

Muayene/kabul komisyonu tarafından uygun görülmeyen boru/bağlantı parçası sahaya

sevk edilmeyecektir.

Muayene/kabul durumuna ilişkin olarak üreticiye, yükleniciye ve İdareye verilmek üzere 3 takım halinde tutanak hazırlanacaktır.

6.2. Muayene ve deneyler

6.2.1. Genel

Alaşımsız/alaşımlı malzeme ile imal edilmiş çelik boru deneyleri TS EN 10217-1/3'e,

Alaşımsız/alaşımlı malzeme ile imal edilmiş dikişsiz çelik boru deneyleri TS EN 10216-1/3'e,

Bağlantı parçası muayene ve deneyleri TS 2649, TS EN 10253-1/2, TS EN 10224, AWWA C 208'e,

Boru/bağlantı parçasının; iç epoksi kaplaması TS EN 10339'a, dış epoksi kaplaması muayene ve deneyleri TS EN 10289'a,

Dış polietilen ve polipropilen kaplamaların muayene ve deneyleri TS EN ISO 21809-1'e,

Poliüretan kaplama deneyleri TS EN 10290'a; uygun olarak yapılacaktır.

Muayene ve deney raporunda; deneylerin yapıldığı laboratuvarın adı, deneyi yapanların adı ve imzası ve raporu imzalayan yetkililerin adı, görev ve meslekleri, muayene ve deney tarihi, muayene ve deneylerde uygulanan standardların numaraları, ölçüm sonuçları, standarda uygun olup olmadığı, rapor tarihi ve numarası yer alacaktır.

6.2.2. Malzeme çekme deneyi

Çekme deneyi, oda sıcaklığında TS EN ISO 6892-1'e uygun olarak yapılacak, çekme dayanımı, üst akma dayanımı, uzama değerleri ölçülerek Çizelge 2 ve Çizelge 3'e uygun olduğu doğrulanacaktır.

Çekme deneyi için deney parçaları, TS EN ISO 6892-1'e uygun olarak hazırlanacaktır. Deney parçası, borunun en ve boy yönünde birer şerit kesilerek alınacaktır. Dış çapı 219,1 mm ve küçük çaplarda enine numune alınmayacaktır.

Deney parçası, kaynak bölgesine denk gelmeyecek, kaynak dikişleri arasındaki mesafenin ortasından alınacaktır.

6.2.3. Kaynak dikişi çekme deneyi

Deney TS EN ISO 6892-1'e uygun olarak yapılacak, çekme dayanımı değeri ölçülerek Çizelge 2'ye uygun olduğu doğrulanacaktır.

Deney parçası, kaynak dikişi ortasında kalacak şekilde kaynak dikişine dik olarak alınacaktır. Deney parçasındaki kaynak çapağı temizlenip giderilecektir.

Deney parçasının kalınlığı borunun et kalınlığından az olmayacak, az olan numune uygunsuz olarak kabul edilecektir.

Deney sırasında kaynak dikişi bölgesinden kopan numune uygunsuz olarak kabul edilecektir.

6.2.4. Düzleştirme deneyi

Deney, DN600 ve daha küçük çaplı, et kalınlığı 0,15D olan EW ve HFW borulara uygulanacak ve TS EN ISO 8492'ye uygun olarak yapılacaktır.

Yük altında karşılıklı düzlemler arasındaki uzaklık "H" (mm), dış çap "D" (mm), et kalınlığı "t" (mm), P235 TR1/2 çelik kaliteleri için deformasyon sabiti "C = 0,09" ve P265 TR1/2 çelik kalitesi için deformasyon sabiti "C = 0,07" olmak üzere; boru kesiti karşılıklı düzlemler arasındaki uzaklık "$H = (1 + C) \cdot t / (C + (t / D))$" denklemi ile bulunacaktır.

Deney parçası, TS EN ISO 8492 veya TS EN ISO 8493'e uygun olarak 100 mm uzunluğunda tam bir boru kesitinden oluşacaktır.

Deney parçası, 10 °C ~ 35 °C aralığındaki ortam sıcaklığında, dış çapın 1,6 katı uzunluğundaki iki baskı plakası arasına yerleştirilecek, kaynak dikişi yukarıda olacak şekilde baskı plakaları borunun eksenine dik yönde hareket ettirilerek "H" değerine kadar çekme/basma makinesinde ezilecektir.

Baskı plakalarının hareket hızı 25 mm/dakika'yı geçmeyecektir.

Devamında ikinci aşama olarak düzleştirilmiş deney parçasının iç yüzeyleri, dış çapın %75'i kadar uzunlukta birbirine değene kadar baskı işlemine devam edilecektir.

Deneyin her iki aşamasının sonunda büyüteç kullanılmadan bakıldığında deney parçasının hiçbir yerinde çatlak veya kusur görülmeyecektir.

6.2.5. Kaynak eğme deneyi

Bu deney, SAW borulara uygulanacak, TS EN ISO 5173'e göre yapılacaktır.

Deney parçası, kaynak dikişini ortalayacak şekilde uzunluğu basma makinesi imkanlarına bağlı, genişliği boru/bağlantı parçası et kalınlığının dört katından az olmayacak şekilde mekanik olarak kesilerek hazırlanacaktır.

Deney parçası et kalınlığının 3 katı çapında mandrel ucuna sahip bir basma makinesi ile deney parçası uçları paralel oluncaya kadar deney numunesine yük uygulanacaktır.

Deneyin sonunda yapılacak gözle muayenede çatlak veya kusur görülmeyecektir.

6.2.6. Vurma deneyi

Bu deney, TR2 kalite çelik sınıfı olan deney parçası için 0 ^{0}C'de ve -10 ^{0}C'de TS EN ISO 148-1'e göre yapılacaktır.

Deney parçası, kaynak dikişleri arasında kalacak ve kaynak dikişi içermeyecek şekilde boru/bağlantı parçası eksenine dik ve paralel yönde üçer adet mekanik olarak kesilerek hazırlanacaktır. Et kalınlığına bağlı olarak 55x10x10 mm, 55x10x7,5 mm, 55x10x5 mm

boyutlarından biri seçilecektir. Deney parçası ortasına $45^o \pm 2^o$ açılı, $2 \pm 0{,}025$ mm derinliğinde, kök yarıçapı $0{,}25 \pm 0{,}025$ mm olan "V" şeklinde yarık açılacaktır.

Deney parçasının genişliği "W", ölçülen vurma enerjisi "KV_p" olmak üzere;
"$KV_c = 10 \,.\, KV_p / W$" denklemi ile vurma enerjisi "KV_c" hesaplanacaktır.

Deney, üç ayrı deney parçası üzerinde yapılacak, sonuçların ortalaması dikkate alınacaktır. Hesaplanan vurma enerjisi, KV_c, Çizelge 3'deki değerlerden az olmayacaktır. Bireysel değerler ortalama değerin %5'inden az olmayacaktır.

6.2.7. Hidrostatik deney

Hidrostatik deney, TS EN 10216, TS EN 10217, TS 9341 EN 10224, TS 2649 standardının ilgili serisine uygun olarak yapılacaktır.

"*P*" (bar) deney basıncı, "*D*" (mm) dış çap, "*t*" (mm) et kalınlığı, "$S_{ü}$" (MPa) borunun çelik kalitesinin üst akma dayanımı olmak üzere; "$P = 20 \,.\, (0{,}70.S_{ü}) \,.\, t / D$" denklemi ile bulunan deney basıncı veya 70 bar'lık deney basıncından hangisi düşükse o basınçta yapılacaktır.

Deney basıncı, dış çapı $D \leq 457$ mm olan borular için en az 5 s, $D > 457$ mm olan borular için ise en az 10 s süreyle uygulanacaktır. Deney sonucunda boru üzerinde sızıntı, kaçak veya gözle görülebilir kalıcı şekil değişikliği olmayacaktır.

6.2.8. Elektromanyetik deney

İdarenin onay vermesi halinde, tozaltı ark kaynaklılar (SAW) dışındaki dikişsiz ve kaynaklı çelik boruların hidrolik sızdırmazlığının doğrulanması TS EN ISO 10893-1'e uygun olarak otomatik elektromanyetik (girdap akımı ve kaçak akı) deneyleri yapılacaktır.

6.2.9. Tahribatsız muayene (NDT yöntemleri)

Malzeme içindeki süreksizlikleri ve karakteristik farklılıkları, parça veya sistemin hizmet verebilirliğini tahrip etmeden inceleme, test etme veya değerlendirme amacıyla aşağıdaki tahribatsız muayene (NDT) yöntemleri uygulanacaktır.

6.2.9.1. Gözle muayene (VT) yöntemi

Muayene parçasının yüzeyinin durumu, yüzeyindeki bozukluklar ve süreksizlikler, kaliteyi etkileyen tüm belirtiler yardımcı bir ekipman kullanılarak/kullanılmayarak muayene edilecektir. Kaynak öncesinde, kaynak sırasında ve kaynak sonrasında sürekli olarak bir başka tahribatsız muayene metodu kullanılmadan önce uygulanacaktır.

6.2.9.2. Sıvı penetrant muayene (PT) yöntemi

Muayene parçası, görünür ya da fluorescent boya çözeltisi ile kaplanacaktır. Yüzey fazla boyadan arındırılacak ve bir geliştirici uygulanacaktır. Geliştirici, kurutma kağıdı gibi davranış gösterdiğinden yüzeye açılan kusurlardan nüfuz edici maddeyi çekecektir. Görülebilir boya kullanıldığında, nüfuz eden madde ve geliştirici arasındaki parlak renk farklılığı, dışarı taşmayı

görülebilir hale getirecektir. Fluorescent boya kullanıldığında, morötesi ışık dışarı taşmayı parlak bir şekilde yapacağından kusurlar kolayca görülebilecektir.

6.2.9.3. Manyetik parçacık muayene (MT) yöntemi

Muayene yüzeyine bir manyetik akı uygulanacak, süreksizlikler üzerinde, yüzeyde konumlanma durumuna bağlı olarak kaçak akı oluşacaktır. Muayene yapılan yüzeye ferromanyetik tozlar serpilecek, bu tozlar kaçak akılar tarafından çekilerek süreksizlikler üzerinde toplanacak, böylece süreksizliklerin yerleri tespit edilebilecektir.

6.2.9.4. Ultrasonik muayene (UT) yöntemi

Metalik veya metalik olmayan malzemelerin yüzey hatalarının tespiti için; malzeme içine gönderilen yüksek frekanslı ses dalgalarının ses yolu üzerinde bir engele çarpıp yansıması esasına dayanan, çarpma açısına bağlı olarak oluşan yankının konumuna göre yansıtıcının muayene parçası içindeki koordinatlarının hesaplanabileceği, yankının yüksekliğinin yansıtıcının büyüklüğü, yankının şeklinin yansıtıcının türü hakkında fikir vereceği bu yöntem kullanılacaktır.

Ultrasonik muayene, sıfır derece giriş açısına sahip alıcılarda boyuna dalgalar, çelik malzemesi için 45°, 60° ve 70° giriş açılı alıcılarda enine dalgalar gönderilerek yapılacaktır.

6.2.9.5. Radyografik muayene (RT) yöntemi

Metalik veya metalik olmayan malzemelerin hacimsel ve yüzeysel hatalarının tespiti için; yüksek enerjiye sahip olan elektromanyetik ışınların belirli bir malzeme hacmine nüfuz ederek malzemenin diğer tarafına yerleştirilmiş olan ışımaya duyarlı filmlere içinden geçtiği malzemenin içyapısının görüntüsünü aktarması esasına dayanan, filmde oluşan görüntüden malzeme içindeki boşluklar veya kalınlık yoğunluğunun tespit edilebileceği bu yöntem kullanılacaktır.

X ışınım cihazları, Gama ışınım (Ir 192 ve Se 75) izotoplarıyla her çeşit kaynaklı birleşim, dövme, döküm parçasının röntgeninin çekilmesi ve belgelenmesi işlemini kapsayacaktır.

Radyografik muayenede muayene edilecek malzemenin diğer tarafına film yerine bir alıcı cihaz konularak geçen ışınımın bir görüntüleyici cihaza aktarılması yöntemi ile radyoskopik muayene de yapılabilecektir.

6.2.10. Kaynak dikişi muayenesi

TS EN ISO 10893 standart serisine uygun olarak NDT yöntemleri ile yapılacaktır.

6.2.11. Kaplama deneyleri

Boru/bağlantı parçası iç ve dış kaplaması, aşağıdaki deneylere tabi tutulacaktır.

6.2.11.1. Gözle muayene

Kaplamanın görünümü ve sürekliliği, tüm yüzeyler boyunca görsel olarak incelenecek, kaplama; tek renk ve homojen görünümde olacak ve kaplama yüzeyinde çizik, yırtık, ezik, sarkma, boşluk, kabarma vb. kusurlar bulunmayacaktır.

6.2.11.2. Kaplama kalınlığı testi

EP, PUR için kuru film kalınlığı, HDPE, PP için kaplama kalınlığı; ±%1 hassasiyeti olan bir manyetik/elektromanyetik/ultrasonik ölçüm cihazı kullanılarak ölçülecektir. Cihaz, test edilecek kaplamanın uygulandığı çeliğe göre kalibre edilecektir. Test edilecek her bir boru/bağlantı parçası üzerinde iç ve dış yüzeyden en az 12'şer ölçüm yapılacaktır.

İç ve dış kaplama kalınlığı, bu şartnamede belirtilen kaplama kalınlığından az olmayacaktır.

Galvaniz kaplamalarda lokal kaplama kalınlığı ölçümü TS 11348 EN 10240 standardına göre manyetik, metalografik, gravimetrik yöntemlerden biri ile yapılacaktır.

6.2.11.3. Sertlik testi

HDPE, PP kaplama malzemede sertlik ölçümü, "Shore D" için TS EN 868'e göre yapılacaktır.

Sertlik testi için standardında belirtilen kalibrasyonlu kadranlı durometreler kullanılacaktır.

Deney parçası, sert, yatay ve düz bir yüzey üzerine yerleştirilecektir. Durometre düşey konumda ve batma ucu deney parçasının herhangi bir kenarından en az 12 mm içeride olacak şekilde tutulacaktır. Baskı ayağı, deney parçasının yüzeyine paralelliği korunarak, darbesiz ve mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde deney parçasına değdirilecektir. Deney parçası ile baskı ayağı arasında tam bir temas sağlanabilmesi için yeterli bir basınç uygulanacaktır.

Yük uygulandıktan 15 ± 1 saniye sonra gösterge değeri okunacaktır. Herhangi bir andaki (anlık) okuma isteniyorsa, baskı ayağı deney parçasına temas ettikten 1 saniye sonra gösterge okunacaktır. Bu durumda bu okuma en büyük değer olacaktır.

Deney parçası üzerinde en az 6 mm aralıklarla farklı noktalarda 5 ayrı sertlik ölçümü yapılacak, aritmetik ortalaması hesaplanacaktır.

Hesaplanan değer, Kaplama Uygulama Talimatındaki sertlik değerinde olacaktır.

6.2.11.4. Gözeneksizlik deneyi

Bu test ile yüksek ark voltajıyla enerji verilen bir tarama elektrotu kullanılarak kaplamadaki herhangi bir gözenek oluşumu varsa tespit edilecektir.

Gözenek, bileşenin çeliği ile kusurdaki elektrod arasında oluşan ark ile beraber, akım boşalmasına izin veren boşluk detektöründen çıkan bir ses ve ışık sinyali ile tayin edilecektir.

Deneyde, ses ve ışık sinyali verebilecek ayarlanabilir yüksek- gerilim akım boşalmasına izin veren boşluk detektörü ve metal fırça veya boruların şekline uygun iletken lastik şeklinde tarama elektrodu kullanılacaktır.

Dedektörün çalışır durumda olduğu ve topraklama temasının yeterli olduğu doğruladıktan sonra, elektrot yaklaşık 30 cm/s doğrusal hızla kaplanmış yüzeylere sürtülerek muayene edilecektir. Dedektör gözenek/holiday tespit etmesi durumunda sinyal verecek sesli bir alarma sahip olacaktır. Ayrıca hatanın yerini görsel olarak işaret eden bir kıvılcım da oluşturacaktır.

Deney esnasında gerilim, kaplamanın anma kalınlığının 4 kV/mm'sine ayarlanacak ve 25 kV'u geçmeyecektir.

Fırçaların temas ettiği yüzeyde herhangi bir elektrik arkı gözlenmeyecek veya cihaz sesli ve ışıklı uyarı vermeyecektir.

6.2.11.5. Darbe dayanım deneyi

Deney, kaplama cinsine TS EN ISO 10289, TS EN 10290 ve TS EN ISO 21809-1'e göre standardında tarif edildiği şekilde yapılacaktır.

Ön yüzeyi 25 mm çapında, 58 – 66 HRC derecesinde sertleştirilmiş 500 gr ağırlığındaki çelik kürenin 1 m yükseklikten bırakılması ile 23 ± 2 °C'de yapılacaktır.

Düşürme noktaları; boru ucuna en az 1,5D mesafede, araları en az 50 mm olacak, kaynak dikişi üzerine denk gelmeyecek şekilde, küre, yukarıdan serbest düşüşle kaplamaya doğru on defa bırakılacaktır. Bağlantı parçasında uca olan mesafe üretici tarafından belirlenecektir.

Darbe deneyinden sonra 6.2.11.4'e göre gözeneksizlik deneyi uygulanacak, herhangi bir elektrik arkı gözlenmeyecektir.

6.2.11.6. Yapışma testi – sökülmeye karşı direnç (tip deney)

EP kaplanmış panelin üzerine keskin bir bıçak yardımı ile kesişme noktasında 30° açılı X şeklinde 30 ~ 50 mm uzunluğunda kesikler atılacaktır. Numune, 4 saat 80 °C fırında tutulacaktır.

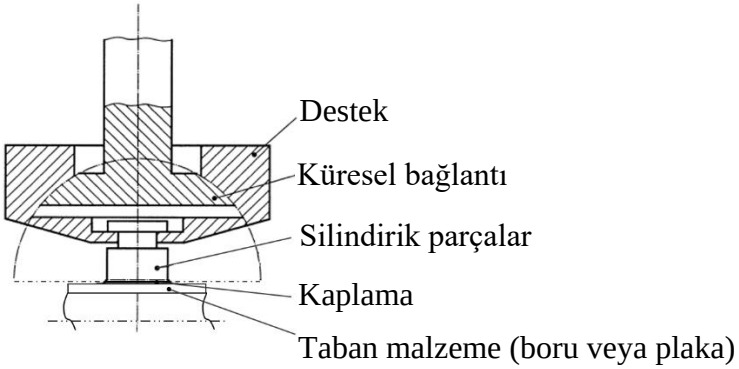
Bıçak; ucu metal yüzeyine temas edene kadar kesiklerin çakışma noktasından yatay olacak şekilde sokulacak, destek noktasına göre bıçağın yassı yüzünü metal yüzeyinden kaplamayı kaldırmak için tek ve dik yönde zorlanacaktır.

Fırından çıktıktan hemen sonra ve numune 24 saat bekletilerek 23 ± 2 °C sıcaklığa ulaştıktan sonra olmak üzere bu test iki defa yapılacaktır. Kaplama kaybı, Çizelge 9 ve Çizelge 12'deki değerleri sağlayacaktır.

6.2.11.7. Yapışma testi – pull-off yöntemi

Kaplama sistemi kurutulduktan/kürlendikten sonra, silindirik parçanın tabanı, bir yapıştırıcı kullanılarak kaplanmış ve kürlenmiş boru/bağlantı parçası yüzeyine doğrudan yapıştırılacaktır.

Yapıştırıcının kürlenmesinden sonra, yapıştırılmış silindirik parça düzenekleri uygun bir çekme cihazına yerleştirilecektir. Silindirik parça düzenekleri, kontrollü gerilme/çekme deneyine tâbi tutulacak ve kaplamanın taban malzemeden ayrılması için gereken çekme gerilmesi ölçülecektir.



Şekil 6

Deney sonucunda, en zayıf ara yüzeyin ayrılması (adezyon kusuru) veya kaplama sisteminin en zayıf bileşeninin ayrılması (kohezyon kusuru) için gereken çekme gerilmesi bulunacaktır. Adezyon (dışsal yapışkanlık)/kohezyon (içsel yapışkanlık) kusurlarının her ikisinin birlikte oluştuğu durumlar da gözlenebilecektir.

Çekme gerilmesi, kaplanmış taban malzemenin üst yüzeyine dikey doğrultuda uygulanacak ve deney parçası 90 saniye içerisinde kopacak şekilde 1 MPa/s'den fazla olmayan sabit bir hızla arttırılacaktır.

Yapıştırıcının taban malzemeye tutunma ve yapışma özelliklerinin, kaplamanın bu özelliklerinden daha yüksek olması durumunda kaplamada kopma oluşacaktır.

En az altı deney düzeneği kullanılarak aynı anda deney yapılacaktır.

Ortam şartları, aksi belirtilmedikçe, (23 ± 2) °C sıcaklık ve % (50 ± 5) bağıl nem şartlarında (ISO 3270) yapılacaktır.

Kaplama sisteminin mekanik özelliklerine (kırılganlık gibi) bağlı olarak kürlenmiş yapıştırıcının ve boya kaplamasının deneyde kullanılan silindirik parçanın çevresi boyunca taban malzemeye kadar uygun şekilde kesilmesi, kaplama sisteminin yapışma değerini büyük ölçüde etkileyeceğinden keskin bir bıçak kullanılacaktır.

Çekme cihazı hidrolik özelikte ve çekme gerilmesini MPa olarak doğrudan gösteren kalibrasyonlu bir cihaz olacaktır.

Minimum çekme yapışması TS EN ISO 4624'e göre yapılacak, 24 saat sonunda 23 ± 2 °C'de en az 11 MPa mukavemet değerini sağlayacaktır. Kaplamada yapışkan kopması olmayacaktır.

6.2.11.8. İz deneyi (tip deney)

Deney, TS EN 10289 standardına göre sabit sıcaklık ve yük koşulları altında bir zımbanın kaplamada sebep olduğu izin derinliğini ölçerek gerçekleştirilecektir.

Deney, 1000 ~ 1200 µm aralığındaki bir kaplama kalınlığına sahip numune üzerinde üç kez yapılacaktır.

23 ± 2 °C'de ve en yüksek servis sıcaklığı ± 2 °C'de olmak üzere iki farklı koşulda bir saat bekletilen numune üzerine, temas eden ucunun çapı 1,8 mm olan silindirik bir zımba ile 25 N'luk bir kuvvet uygulanacaktır. 24 saat sonunda iz derinliği, doğruluğu 0,01 mm hassasiyetinde olan bir cihaz ile ölçülecektir. Yapılan 3 deneyin sonuçlarının ortalaması, Çizelge 9, Çizelge 11, Çizelge 12'ye uygun olacaktır.

6.2.11.9. Esneklik testi

Test, 50x300x6 mm boyutlarındaki iki adet sac parçası üzerine uygulanan kaplama kürlendikten sonra TS EN 10290 standardına göre yapılacaktır.

Sac parçaları 25 mm/dakika hızla 23 ± 2 °C'de ve 0 ± 2 °C'de, mandrelin tüm yüzeyi ile temas edene kadar bükülecek, hemen sonrasında ve 24 saat sonra 23 ± 2 °C'de holiday testi yapılacaktır. Deney sonucunda kaplama çatlamayacak, ayrılmayacak ve kaplama yüzeyinde gözenek oluşmayacaktır.

6.2.11.10. Uzama testi

Kaplama kalınlığı üzerinde TS EN ISO 527-3'e göre belirlenen uzama miktarı, Çizelge 11 ve Çizelge 12'ye uygun olacaktır.

6.2.11.11. Soyulma dayanımı

Deney, TS EN ISO 21809-1 standardı EK-C'ye göre yapılacak, sabit bir çekme hızında kaplamanın çelik borudan soyulması için gereken kuvvet ölçülecektir.

En az 100 mm'lik bir şerit boyu üzerinde soyulma kuvvetini kaydedebilecek ve doğrudan boru üzerine sabitlenebilecek 10 mm/dakika çekerek soyma hızında çalışabilen taşınabilir çekme deney makinesi ve kesici bir alet (maket bıçağı, vb.) kullanılarak deney yapılacaktır.

Deney HDPE kaplama için 23 ºC ve 60 ºC'de, PP kaplama için 23 ºC ve 90 ºC'de yapılacaktır.

Sıcaklık borunun dış yüzeyi üzerinde soyulan şeridin dibinden ayarlanabilir bir prop vasıtası ile ölçülecektir. Ortalama soyulma dayanımı, 100 mm'de bir uzunluk üzerinden aritmetik ortalama olarak hesaplanacaktır.

Soyulma kuvveti 10 mm/dakikaya ayarlanmış sabit soyma hızı kullanılarak grafiksel olarak kaydedilecektir.

En az 160 mm'lik bir numune, kaplanmış borudan çevresel yönde kesilecektir. Bu numuneden borunun eksenine dik 20 mm ila 50 mm genişliğinde bir kaplama parçası ayrılacaktır. Kaplamanın dayanımının cihazın kapasitesinden daha büyük olduğu durumlarda kaplanmış malzemenin eni azaltılacaktır. Kaplama parçası yaklaşık 20 mm boylara ayrılacaktır.

Ortalama soyulma dayanımı; Çizelge 11'e uygun olacak, kaydedilen tek okuma değeri belirtilen değerin % 30 altında olmayacaktır.

6.2.11.12. Diğer deneyler

Standardında öngörülen kaplama için yapılması gereken diğer deneyler (katodik ayrışma, elektriksel yalıtım direnci, musluk suyu sonrası yapışma testi, termal yaşlandırma testi, kızılötesi tarama testi vb.) tip test olarak değerlendirilecek, kaplama üreticisi tarafından akredite laboratuvarlarda yaptırılacak deneylerin sonuçları İdareye sunulacaktır.

7. GENEL TESLİM ŞARTLARI

7.1. Boru/bağlantı parçası teslimi ve kalite garantisi

Üretici/yüklenici, boru/bağlantı parçası imalatında kullanılan malzeme ve boru/bağlantı parçasının istenen şartlara ve ilgili standardlara uygun olduğunu belgelendirecektir. İmal edilen boru/bağlantı parçası, bu şartnamede ve ilgili standardlarda belirtilen bütün deney şartlarını sağlayacaktır. Boru/bağlantı parçasının teslim yeri İdarenin göstereceği yer olacaktır.

7.2. Boru/bağlantı parçasının yüklenmesi, taşınması, indirilmesi

Boru/bağlantı parçası taşıtlara yüklenirken, bir taşıttan diğerine aktarılırken, taşınırken ve indirilirken; geniş yüzeyli, metal olmayan, bitkisel liflerden yapılmış, örgülü halatlar kullanılacak, zincir, çelik tel halat, kanca ve yapay liflerden yapı1mış halat kullanılmayacaktır. Kaplama yapılmış boru/bağlantı parçası içine kalas, demir kaldıracı vb. zarar vericiler sokulmayacaktır.

Atarak veya yuvarlayarak yükleme veya indirme yapılmayacaktır.

Boru/bağlantı parçası, taşıt üzerinde yuvarlanmaya, kaymaya, eğilmeye ve titreşime karşı; boru/bağlantı parçası eksenine dik yönde 3 m aralıklarla boru/bağlantı parçası formuna göre yataklanmış ahşap kalaslar üzerine konulacaktır. Kalas yuvaları, boru/bağlantı parçaları birbirine değmeyecek şekilde açılacaktır, köşeleri keskin olmayacak, üzerinde çivi bulunmayacak, kaplamaya zarar vermeyecektir. Kalaslar, ahşap yerine boru/bağlantı parçası kaplamasını zedelemeyecek başka bir malzeme de olabilecektir. Dış yüzeyleri kaplanmış boru/bağlantı parçası taşıta başka yükler ile birlikte yüklenmeyecektir. Taşıma sırasında boru/bağlantı parçasının kayarak dağılmaması için kaynak yapılmayacaktır.

Yükleme, şantiyeye veya depolama yerine taşıma ve indirme ile ilgili tüm gerekli ekipman Yüklenici tarafından temin edilecektir.

Boru/bağlantı parçası taşıma ve depolama esnasında olumsuz hava şartlarına (güneş ışığı dahil) ve kirlenmeye karşı korunacaktır. Kirlenen boru/bağlantı parçası yerleştirilmeden önce temizlenecektir.

Boru/bağlantı parçası taşınması için gereken tüm izinlerin alınması, yollarda oluşan hasarların giderilmesi Yüklenici sorumluluğunda olacaktır.

Yapı Denetim Mühendisi gözle görülür kusur ve hasarları saptamak için boruları inceleyecek; yükleme, taşıma, indirme sırasında hasar gören boru/bağlantı parçasını iade edecektir.

Borular iç içe geçirilerek taşınmayacaktır. Boruların ağızlarına koruma kapağı takılacaktır.

Taşıma esnasında boru/bağlantı parçası veya ambalajı üzerinde DSİ logosu, RAL6026 renginde 4 birim yatay 3 birim düşey ölçekli olmak üzere en az çapın %70'i yüksekliğinde yapıştırma olarak boru/bağlantı parçasının her iki tarafına yerleştirilecektir.

7.3. Boru/bağlantı parçasının depolanması

Boru/bağlantı parçası içlerine toprak, çamur, pis su vb. kirletici unsurların girmesini önleyecek şekilde depolanacaktır. Boru/bağlantı parçası veya kaplaması zarar verici maddelerle kesinlikle temas etmeyecektir. İstiflenen boruda mesnetleme ve istif yüksekliği, borunun zarara veya kalıcı deformasyona uğramasına, yuvarlanmasına engel olacak, kaplamaya zarar vermeyecek, noktasal temaslar önlenecektir.

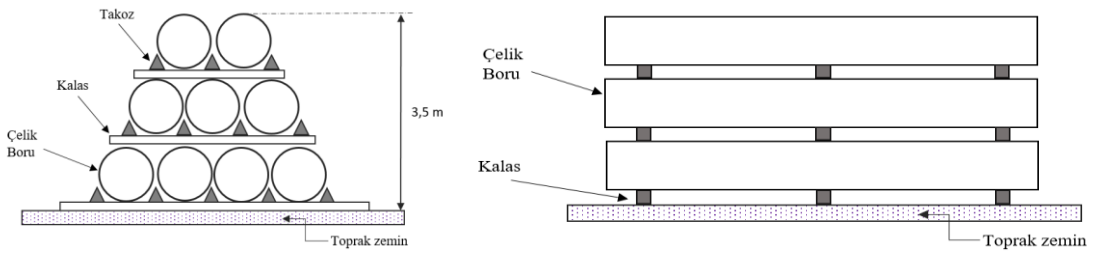
Bitkisel sürgünler kaplamaya hasar verebileceğinden boru/bağlantı parçası kesinlikle bitkisel toprak üzerine konulmayacak, boru/bağlantı parçası Şekil 7'deki gibi aralarındaki mesafe en fazla 5 m, en az 3 adet olmak üzere kalas üzerine yerleştirilecektir. İstif yüksekliği toplamda 3,5 m'yi geçmeyecektir. Boru/bağlantı parçası, güneş ışınlarının zararlarına karşı koruyucu nitelikte koyu renkli bir örtü ile örtülecektir.

Çizelge 14A : İstifte üst üste konulabilecek boru sayısı

DN	İstifte üst üste konulabilecek boru sayısı
DN ≤ 250	10
300 ≤ DN ≤ 400	8
450 ≤ DN ≤ 500	6
600 ≤ DN ≤ 850	4
900 ≤ DN ≤ 1100	3
1200 ≤ DN ≤ 1500	2
DN ≥ 1600	1

Borular iç içe geçirilerek depolanmayacaktır.

Boru hendeğe indirilene kadar koruma kapakları çıkarılmayacak, taşındığı şekilde depolanacaktır.



Şekil 7 : Boruların sahada istiflenmesi (temsili)

Boru/bağlantı parçasının yüklenmesi, taşınması, indirilmesi, depolanması ve emniyet tedbirlerinin alınması için gerekli her türlü alet edevat ve işçiliğin temin edilmesi yüklenici sorumluluğunda olacaktır.

Hasara uğrayan herhangi bir kaplama kısmı varsa, hasara uğrayan boru/bağlantı parçası iade edilecektir.

8. BORU/BAĞLANTI PARÇASININ DÖŞENMESİ

8.1. Genel

Boru hattı güzergahı, röper kazıkları ile tespit edilecek ve plan üzerindeki kurpları ile birlikte araziye işaretlenecektir. Dönüş noktalarını belirlemek için yeterli sayıda kazık çakılacaktır. Aplikasyon işleri, DSİ Harita ve Harita Bilgileri Üretimi Genel Teknik Şartnamesine göre yapılacaktır.

8.2. Kazı işleri

Hafriyat işleri, DSİ Kazı İşleri Teknik Şartnamesi'nde tariflendiği şekilde yapılacaktır.

Boru hattı güzergahı ağaç, kök, çalı, ot, pislik ve diğer zararlı maddelerden temizlenecektir. Temizleme çalışmalarından çıkan malzeme, İdare aksini belirtmedikçe yükleniciye verilmeyecektir. Bu malzemeler, sözleşmenin bitim tarihinden önce iş sahasından taşınacak veya Yapı Denetim Mühendisinin istediği şekilde bertaraf edilecektir.

Boru hattı güzergahında doğal zemin yüksekliğinin ve/veya arazi enine eğiminin fazla olması vb. durumlarda; doğal zemin kotu ile platform kotları arasında tesviye kazısı yapılacaktır. Boru üzerindeki doğal zemin kotu veya varsa platform kotu ile boru altı taban kotu arasındaki bölüm hendek olmak üzere; hendek genişlikleri Çizelge 15'deki gibi olacaktır.

Çizelge 15 : Hendek genişlikleri

Anma çapı (mm)	Hendek genişliği (B) (mm) B = D + 2A
DN $\leq$ 1000	D + 2 x 500
1000 < DN $\leq$ 2800	D + 2 x 600
DN > 2800	D + 2 x 700

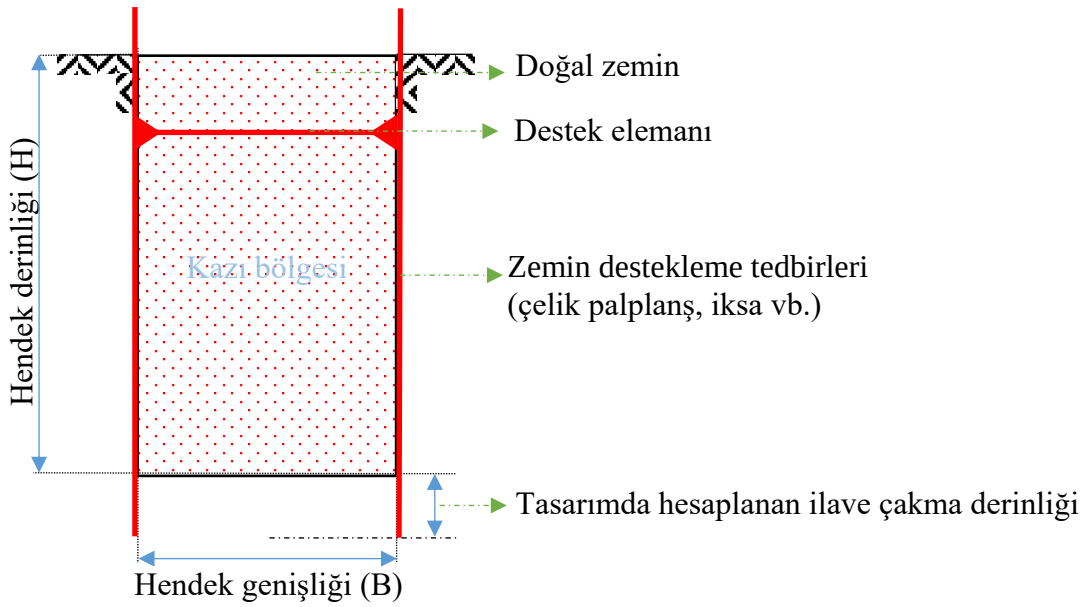
Her türlü zemin şartında boru hendeğinin genişliği; Çizelge 15'deki değerden (B) az, B'nin 1,1 katından fazla olmayacaktır. Kazı esnasında gerekli zemin destekleme tedbirleri (palplanş, iksa vb.) alınacak ve aksi belirtilmedikçe boru hendeği dik olarak kazılacaktır (Şekil 8).

Hendek tabanında doğal zeminin emniyet gerilmesinin 65 kPa'dan az olduğu zayıf bölgelerde yeterli yaslanma dayanımının sağlanması için anma çapının 3 katına kadar genişlikte hendek açılabilecektir.

Hendek kazısı derinliği; don derinliği, trafikten gelecek yükler, topografik şartlar, hidrolik şartlar dikkate alınarak; boru üst kotundan en az 1,00 m, 1.000 m kotunun üzerindeki yerlerde ise en az 1,20 m yükseklik bırakılarak hesaplanacaktır.

Boru/bağlantı parçası birleşimlerinin yapıldığı yerlerde borunun zemine yakın alt kısımlarında kaynak ve dış tecrit işlemlerinin sağlıklı yapılabilmesi açısından hendek, daha derin ve daha geniş açılacaktır. Boru/bağlantı parçasının kaynak bölgesi için boru yan yüzeyi ile hendek yan yüzeyi arası en az 0,60 m olacak, boru alt kotundan en az 0,40 m derinliğinde kaynak çukuru teşkil edilecektir.

Boru güzergahında hendek kazısının yapıldığı kesim, boru montajının yapıldığı yerden en fazla 500 m ileride olacaktır.



Şekil 8 : Kazı kesiti

Hendek yan yüzeyinin kendini tutma kabiliyetinin zayıf olduğu yerlerde, kazıdan çıkan malzeme hendeğe paralel veya yakın mesafede depolanmayacak, gerekli olan yerlerde hendek kenarları iksa ile korunacaktır. Kazı çevresindeki arazi ve tesislere herhangi bir zararın gelmesi önlenecektir.

Kazı sırasında patlayıcı malzemeler dikkatle kullanılacaktır. Patlayıcı maddeler için kanun ve yerel düzenlemelere uygun şekilde özel bir depo temin edilecektir. Patlatma sırasında; can ve mal kaybına, inşa halindeki veya bitmiş inşaatlara verilebilecek her türlü zararlara karşı gerekli güvenlik tedbirleri alınacaktır. Patlatma sonrası hendek genişliği izin verilen sınırlar içerisinde olacaktır.

Hendek içindeki su, hendek taban kotu altında kalacak şekilde boşaltılacaktır.

Kazıdan çıkan iyi evsaflı malzeme dolgu malzemesi özelliklerini haiz ise dolguda kullanılmak üzere uygun bir yere depo edilecektir.

8.3. Dolgu işleri

Boru hendekleri dolgusu, yatak, yastık, gömlek ve üst tabakadan oluşacaktır.

Hendek tabanı sağlam olmayan, oynak, çürük vb. bir zemin ise, düzgün bir yüzey oluşturulamıyorsa, hendek tabanında doğal zeminin emniyet gerilmesinin 65 kPa'dan az olduğu zayıf bölgelerde temel ıslahı yapılacaktır. Hendekte taban suyu var ise su uzaklaştırıldıktan sonra yatak tabakasının altında kırmataş, kaya veya kaya ufağı basmak suretiyle kalınlığı 20 cm'den az olmayacak bir hendek temeli teşkil edilecektir.

Hendek tabanına en az 15 cm yüksekliğinde yataklama yapılacaktır. Yatak tabakası üzerinde boru tabanından itibaren boruya 90º'lik destek vazifesi görecek şekilde boru çapının

0,15 katı yüksekliğe kadar yastık tabakası yapılacaktır. Boru üst kotunun 30 cm üstüne kadar da gömlek tabakası yapılacaktır. Gömlek dolgusunun üzerinde tabii zemine kadar üst tabaka dolgusu yapılacaktır.

Yatak ve yastık tabakası; 200 no'lu elekten geçen malzeme miktarı %5'i geçmeyen kum ile yapılacak ve bağıl sıkılığı en az %70 olacaktır. Yatak ve yastık tabakası yüksekliği Çizelge 16'ya uygun olacaktır.

Çizelge 16 : Yatak ve yastık tabakası yüksekliği

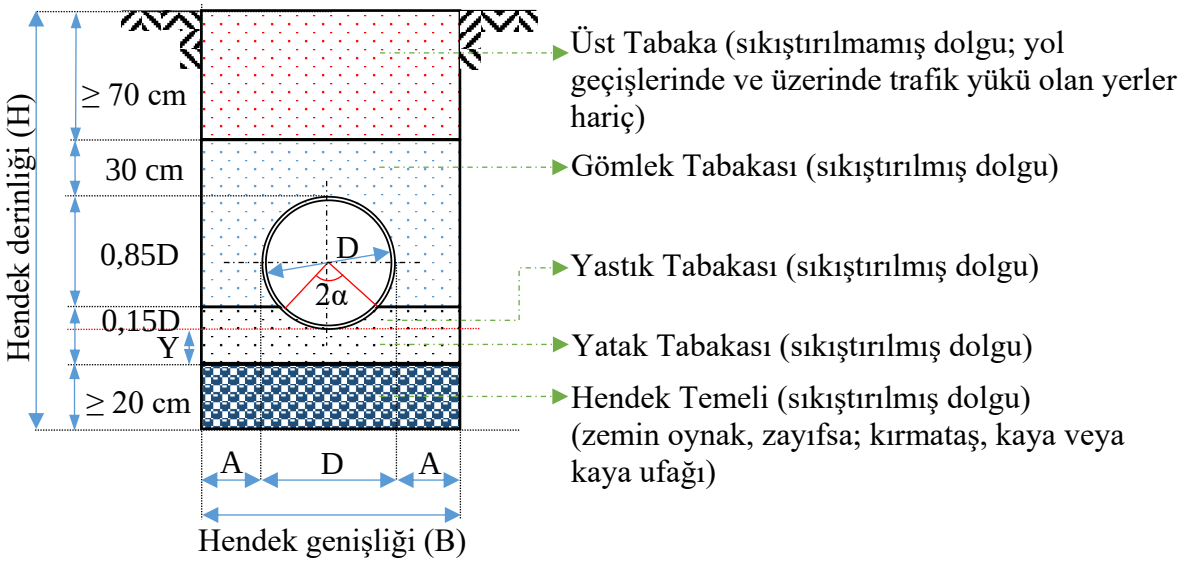
Anma Çapı (mm)	Yatak (Y) + Yastık tabakası Yüksekliği (mm)
DN ≤ 650	150 + 0,15 DN
650 < DN ≤ 1000	150 + 0,15 DN
1000 < DN ≤ 1500	200 + 0,15 DN
1500 < DN ≤ 2000	200 + 0,15 DN
2000 < DN ≤ 2500	250 + 0,15 DN
2500 < DN ≤ 3000	250 + 0,15 DN

Gömlek tabakası, silt/kil içeren kum-çakıl veya kırmataş olacaktır. En büyük malzeme boyutu 38 mm'yi geçmeyecek, bu dane boyutundaki malzeme ağırlıkça en fazla %5 olabilecektir.

Boruyu değişik yüklemelere veya yer değiştirmelere maruz bırakmamak için dolgu malzemesi, borunun her iki yanına eşit kotlarda, DN ≤ 600 mm ise 15 cm, DN > 600 ise 30 cm'lik tabakalar halinde serilip %95 proktor sıkılığında sıkıştırılacaktır. Bu kontrol hat boyunca her 250 m'de, hendek derinliği boyunca her sıkıştırma tabakasında bir yapılacaktır.

Üst tabaka dolgusu yapılmadan önce hat boyunca, kapatılacak hendeğin eksenine paralel, beyaz zemin üzerine 400 punto DSİ logosu ile "DİKKAT SU BORUSU" ifadesi tekrar eden 200 mm eninde 40 mikron kalınlığında poliamid esaslı emniyet bandı yerleştirilecektir. Emniyet bandı, DN ≥ 2000 boru hatlarında aralarında en az 50 cm olacak şekilde çift sıra olarak yerleştirilecektir.

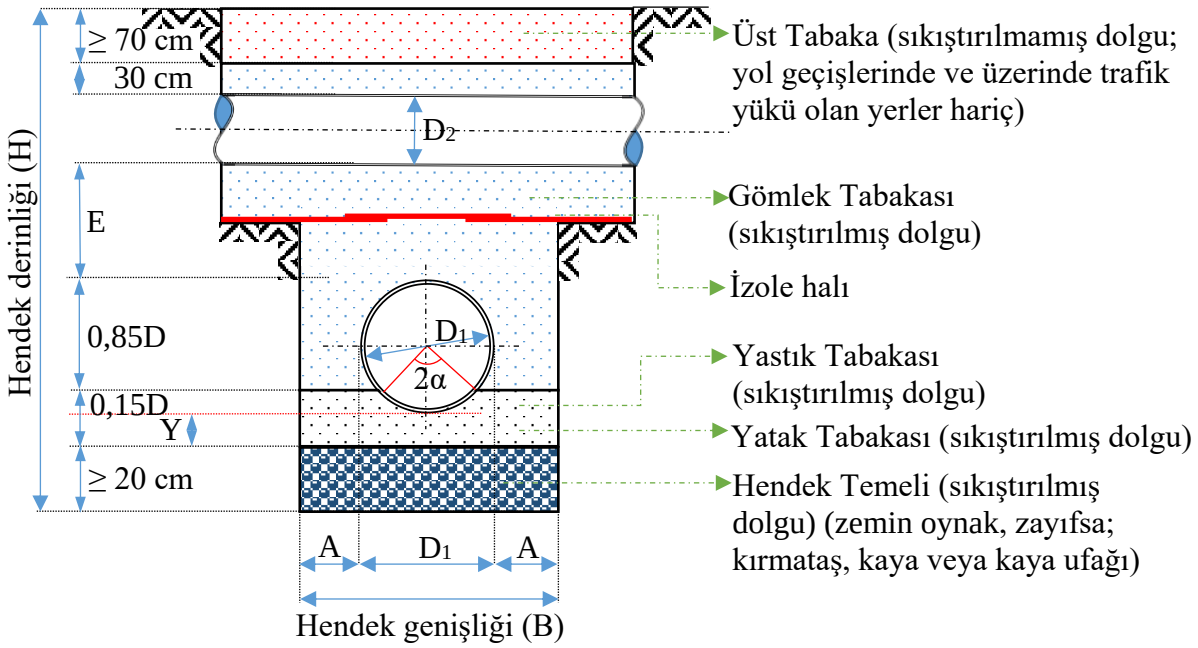
Üst tabaka, boru üst kotunun 30 cm üstünden tabii zemin seviyesine kadar olan kısımda toprak yerleşmesi de göz önünde tutularak kazıdan çıkan borunun dış kaplamasına zarar verebilecek moloz ve 20 cm'den büyük taş, kaya parçaları içermeyen, bitkisel kök ve keseklerden arındırılmış dolguya uygun malzeme ile yapılacaktır. Toprak yerleşme miktarından fazla olan malzeme, üst tabaka dolgusu üzerine yerleştirilmeyecektir.



Şekil 9 : Çelik boru tip hendek kesiti

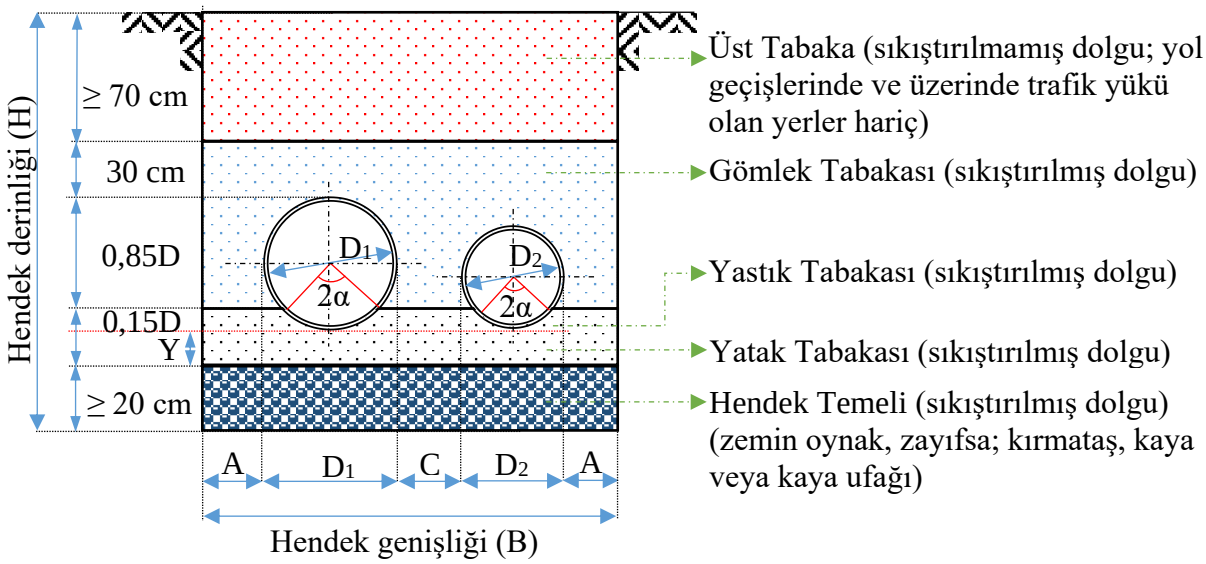
Kesişen boru hatlarında iki boru arasındaki dolgu yüksekliği (E), en az 0,60 m olmak üzere iki boru çapının toplamının yarısı olacaktır (Şekil 10). Bu değer en yakın üst tam sayıya yuvarlanarak hesaplanacaktır.

Kesişen boru hatlarında çelik – çelik veya çelik – sünek dökme demir boru arasına dolgu yüksekliğinin ortasına denk gelecek şekilde TS EN 61111'e uygun 2 mm kalınlığında 1 kV'a kadar gerilim dayanımı olan iki boru izdüşümünde her iki doğrultuda 2 metre serbest açıklık yaratacak şekilde oluşan yüzeye 10 cm bindirmeli olarak izole halı yerleştirilecektir.



Şekil 10 : Kesişen hatlarda çelik boru tip hendek kesiti

Aynı hendek içerisinde paralel boru hattı oluşturulması durumunda iki çelik boru arasındaki mesafe (C), en az 0,60 m olacak şekilde boru çaplarının toplamının yarısı olacaktır (Şekil 11). Bu değer en yakın üst tam sayıya yuvarlanarak hesaplanacaktır.



Şekil 11 : Aynı hendek içerisindeki çelik boru tip hendek kesiti

Trafik yükünün olduğu bölümlerde, dolgu bölgesi malzeme modülü en az 6,9 MPa olmak üzere üst tabaka dolgu yüksekliği, Çizelge 17'deki değerlerden az olmayacak şekilde imalat yapılacaktır. Yol geçişlerinde ve üzerinde trafik yükü olan boru güzergahında, üst tabaka dolgusu, gömlek dolgusu ile aynı nitelikteki malzeme ile sıkıştırılarak teşkil edilecektir.

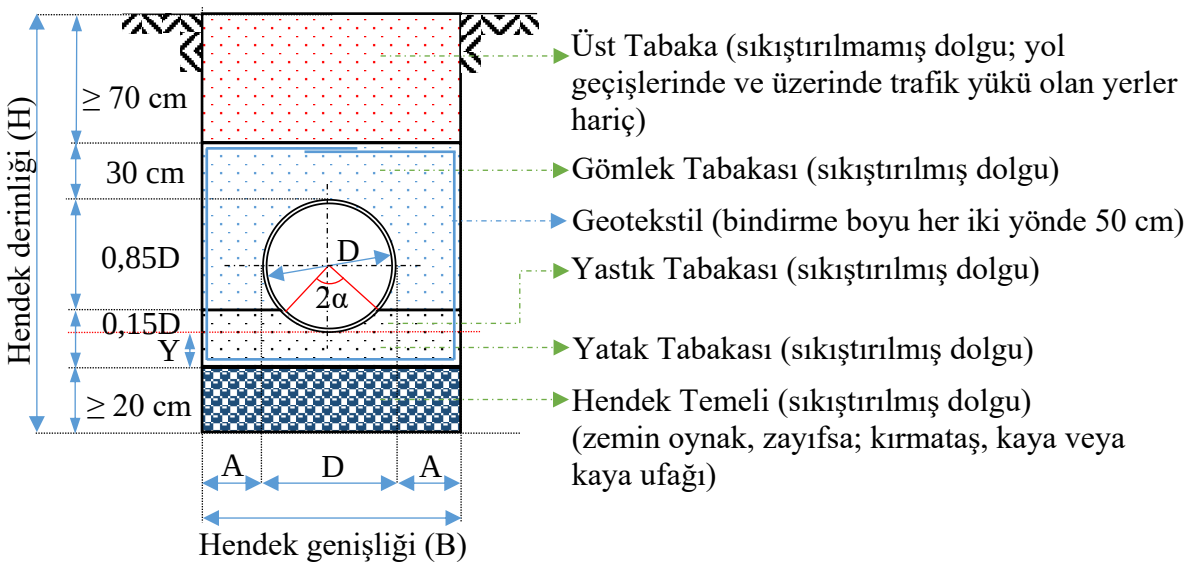
Çizelge 17 : Trafik yükü (tekerlek) boru üzerindeki en az dolgu yüksekliği

Yükün tipi	Tekerlek yükü (kN)	Boru üstü dolgu yüksekliği (metre)
AASHTO H 20 (20)	72	1,00
Cooper E 80	Demiryolu	3,00

Yeraltı suyunun söz konusu olduğu zeminlerde ayrıca yüzme ve sehim hesabı yapılacak ve boru üstü dolgu yükseklikleri belirlenecektir. Yeraltı suyunun bulunduğu zeminlerde yeraltı suyu tahliye edilerek gerekli teknik şartlar sağlandıktan sonra dolgu ve sıkıştırma işlemine başlanacaktır.

Boru güzergahında şişen zemin olması durumunda, boru üzerindeki dolgu yüksekliği şişen zeminin şişme basıncını karşılayacak şekilde hendek derinliği teşkil edilecektir.

Yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu veya hendek tabanında doğal zeminin emniyet gerilmesinin 65 kPa'dan az olduğu zayıf bölgelerde yatak, yastık, gömlek dolgusu geotekstil malzeme ile kaplanarak bohçalanacaktır (Şekil 12). Geotekstil, Geosentetik Bariyerler Genel Teknik Şartnamesine uygun olarak 250 gr/m^2 örgüsüz polipropilen malzemeden olacaktır. Bindirme boyu her iki yönde 50 cm olacaktır.



Şekil 12 : Zayıf zeminde çelik boru tip hendek kesiti

8.4. Boruların döşenmesi

Borular, membadan mansaba doğru döşenecektir.

Borular ve bağlantı parçaları hendeğe indirilmeden önce gözden geçirilecek, içleri ve dışları temizlenecek, nakliye, yükleme ve boşaltma sırasında kaplamanın ve boruların zarar görüp görmediği tespit edilecektir. İç ve dış kaplamada herhangi bir arıza tespit edilirse borular hendeğe indirilmeden önce ilgili kaplama standardına ve Kaplama Uygulama Talimatına göre hasarlı kısımlar onarılacak, kuru film tabakası/kaplama kalınlığı ölçülerek gözeneksizlik deneyi yapılacaktır.

Boruların hendeğe indirilmesinde kullanılacak araç ve gereçler; boruyu dengeli ve yatay olarak indirmeye imkan verecek, yanlara ve hendek kenarlarına çarpmalara izin verilmeyecek şekilde seçilecektir.

Borular ve bağlantı parçaları, döşendikten sonra dolgu yapılmadan önce tekrar gözden geçirilecek, kaplama tabakasının bozulup bozulmadığı kontrol edilecektir. Hasarlı yerler, ilgili kaplama standardına ve Kaplama Uygulama Talimatına göre onarılacaktır.

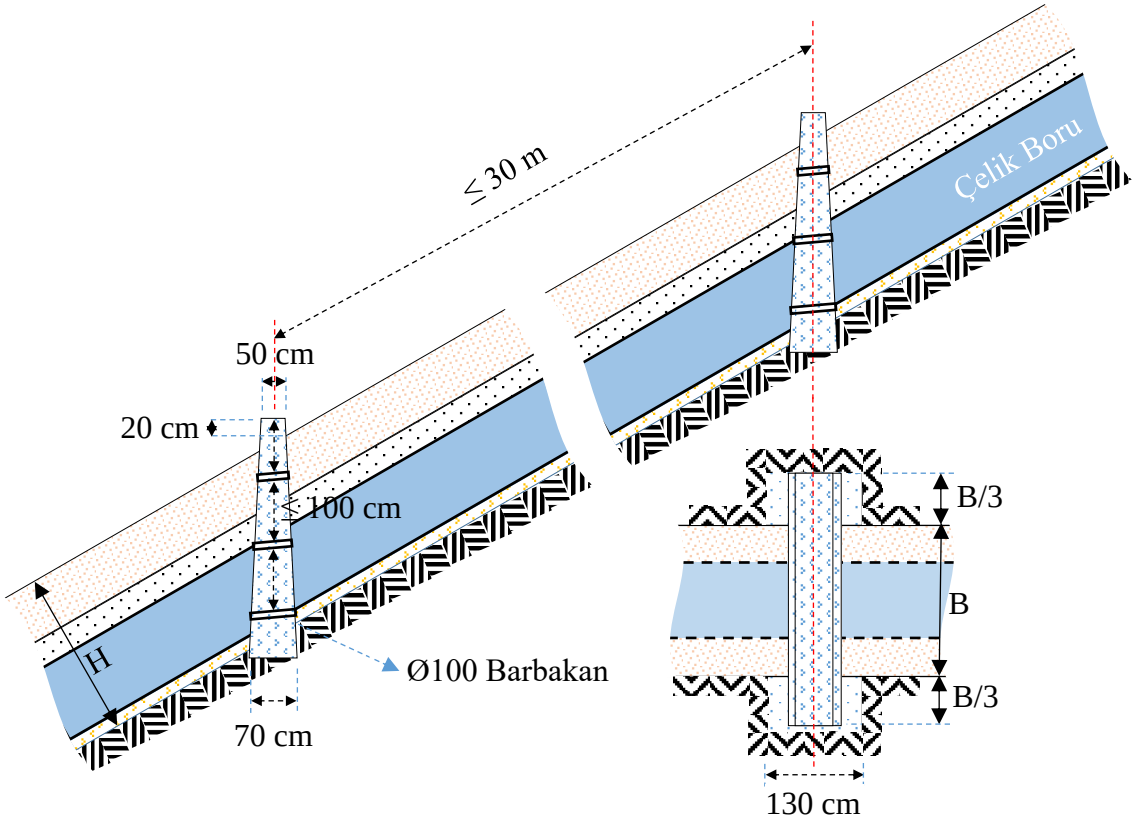
Hendek içerisine, yatak dolgusunun üzerine indirilen çelik borular, birleşme noktalarında spiral kaynak dikişleri şaşırtmalı olacak şekilde yerleştirilecektir.

Boruların eklenmesi boru gövdesine bağlanan uygun kapasitedeki bez halatlar ile yapılacak veya çektirme aparatları kelepçelere takılacak ve çektirmeler yardımı ile boru, hendek içerisinde ittirilecektir. Sırası ile çektirme aparatları ve kelepçeler sökülecek, boru yan kısımlarında yastık dolgu malzemesi ile yastık teşkil edilecektir. Yastık dolgu malzemesi, ahşap şişle (kürek sapı vb.) şişlenerek boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırılacaktır.

Döşenmiş ve üstü tamamen örtülmüş boruda en yüksek sehim değeri bütün zemin tipleri için boru çapının en fazla %5'i olacaktır.

Boru eksen kotları esas alınarak yüzde onu aşan eğimlerde; eğimin düşük olduğu yerden yukarıya doğru boru döşemesi yapılacaktır. Boru hattı eğiminin yüzde otuzu geçtiği yerlerde dolgu malzemesinin akmaması için dolgu tutucu yapılar teşkil edilecektir. Yüklenici, döşeme sırasında malzemenin akmasını önlemek için gerekli iş güvenliği tedbirlerini alacaktır.

Dolgu tutucu yapılar, taban en az 70 cm üstü en az 50 cm genişliğinde hendek tabanından zemin yüzeyini 20 cm geçecek şekilde Şekil – 13'e uygun olarak teşkil edilecektir. Dolgu tutucular arası mesafe ve hendek tabanındaki gömme derinliği; dolgu malzemesi ve eğime bağlı olarak en fazla 30 m arayla olacak şekilde yüklenici tarafından hesaplanacaktır. Dolgu tutucular, her iki tarafta hendek genişliğinin üçte biri kadar mesafede zemin içine sokulacak, boşlukları gömlek dolgu malzemesi doldurularak sıkıştırılacaktır. Dolgu tutucu yapılar, betondan veya çift bileşenli poliüretan esaslı en az 25 kat genişleyen püskürtme kimyasallar kullanılarak teşkil edilecektir. İki dolgu tutucu duvar arasındaki bölümde suyun güzergah dışına atılması için gerekli tedbirler alınacaktır.



Şekil 13 : Dolgu tutucu duvar yerleşimi

Boru eksen kotları esas alınarak yüzde on ve altındaki eğimlerde; üst noktadan alt noktaya doğru döşenen borularda, dolgu sırasında boru parçalarının aşağı doğru kaymasını engellemek için gerekli önleyici tedbirler alınacaktır.

Üst tabaka dolgusu, hendek içinde bulunan bütün boru ve diğer tesisat ile diğer dolguların sıkışmasının İdare tarafından kontrol edilmesinden önce yapılmayacaktır.

Yatay ve düşey dirsekler dışında boru hattında açısal sapmaya izin verilmeyecektir. Borunun yatay ve düşey olarak yön değiştirdiği yerlerde 5.3.2. maddesine uygun dirsekler

kullanılacak, gerekmesi halinde statik ve dinamik kuvvetleri karşılayacak beton tespit kitleleri oluşturulacaktır.

Betona gömülen veya açıktaki boru/bağlantı parçası, sabit ve kayıcı montaj mesnetleri vasıtasıyla sabitlenecek ve beton dökümü esnasında boru/bağlantı parçasının konumlarından kaymaması için tedbir alınacaktır.

Betona gömülü veya betonla temasta olan bütün metal kısımların merkezinde ve ekseninde olup olmadığı beton dökümünden sonra kontrol edilecektir.

Boru/bağlantı parçası döşemesi işlemi, bu şartname ve eklerinde verilen esaslara uygun olarak yapılacak, döşeme sırasında boru/bağlantı parçası zemin ve yeraltı suyunun zararlı tesirlerine karşı korunacaktır.

Döşenen boruların sicil kayıt belgelerine göre hangi hatta ve hangi kilometreye döşendiği tutanakla kayıt altına alınacaktır.

8.5. Boruların alın kaynağıyla birleştirilmesi

8.5.1. Genel

Kaynak ağzı fabrikada açılmış şekilde şantiyeye getirilen boru/bağlantı parçası alın kaynağıyla birleştirilecektir.

Borunun sahada kesilmesinin zorunlu olduğu durumda boru, eksenine dik olarak kesilecektir. Kesit yüzeylerindeki pürüzler giderilecektir. Kesme işlemi, uygun ekipmanla (oksi-asetilen, lazer, su jeti, avuç taşlama vb.) yapılacak, darbeli kesiciler kullanılmayacaktır. Boru uçlarındandan; iç ve dış kaplama 100 ± 10 mm mesafeye kadar sıyrılacak bu kısımlarda ilgili standardlara göre dış ve iç kaplamalar yenilecektir. İlgili boru/bağlantı parçası standardında, bu şartnamede veya Kaynak Talimatında belirtilen ölçülere uygun olarak; yüksek sıcaklık uygulayarak elle, makinayla işleyerek veya makinayla yüksek sıcaklık uygulayarak kaynak ağzı açılacaktır. Kaynak ağzının yüksek sıcaklık uygulayarak elle açılması durumunda; taşlamayla veya diğer mekanik araçlarla yüzeyden en az 1 mm talaş kaldırılacaktır. Kaynak yapmaya başlamadan önce, kaynak ağzı açılan yüzeyde ve ağızdan en az 50 mm'lik mesafede kaynak kalitesine olumsuz etki edebilecek kir, pas, boya, yağ, rutubet ve diğer yabancı maddeler temizlenecektir.

Boru/bağlantı parçasının hendek dışında ve içindeki kaynak işleri, TS 8414 EN 14163'e göre yapılacaktır. Alaşımlı çelik boruların kaynak işlemleri, API 1104'e göre yapılacaktır.

Yüklenici, Üreticinin TS EN ISO 15607, TS EN ISO 15614 standartlarına göre hazırladığı Kaynak Prosedürü Şartnamesi – Kaynak Talimatını (WPS–Welding Procedure Specification) İdarenin onayına sunacak, İdarenin onayından sonra bu Kaynak Talimatına göre ve imalat projesinde belirtilen teknik şartları sağlayacak şekilde imalat yapacaktır.

Tüm kaynak işlemleri ve kontrolleri, Mesleki Yeterlilik Kurumundan, Üniversite veya akredite bir kuruluştan alınmış, Kaynak Talimatında yazılan kaynak çeşidine uygun TS EN ISO 9606-1'e göre sınıflandırılmış (111, 121 vb.) vasıflandırma belgesine sahip personel (kaynakçı) tarafından yapılacaktır. Kaynakçı TS EN ISO 9606-1'e uygun, kaynak operatörü TS EN ISO 14732'ye uygun, kaynak kalite kontrol uzmanı ise TS EN ISO 9712'ye uygun Seviye 2 veya

Seviye 3 belgeye sahip olacaktır. Üretici/yüklenici kaynak işlemini yapacak ve kontrol edecek personele ait vasıflandırma belgelerini İdareye sunacaktır.

Sahada kaynak işlemi yapacak kaynakçı, boru/bağlantı parçası kaynak işlerinde en az üç yıllık deneyime sahip olacaktır.

Yapılan kaynak, TS EN ISO 9712 standardı veya muadili standarda göre belgelendirilmiş Seviye 2 NDT personeli tarafından tahribatsız muayeneye (NDT) tâbi tutulacaktır. Kaynak kalite kontrol belgesi yüklenici tarafından İdareye sunulacaktır.

Boru/bağlantı parçasının; imalatı sırasında oluşan kaynak dikişleri ile birleştirilmesi sırasında oluşan kaynak dikişlerinin kesiştiği bölgelerin tamamı radyografik,
Et kalınlığı, $t \geq 8$ mm olan kaynak bölgesi %100 ultrasonik, %20 radyografik,
Et kalınlığı, $t < 8$ mm olan kaynak bölgesi %100 sıvı penentrant, %20 radyografik kaynak kontrolüne tabi tutulacaktır.

NDT ölçümlerinde kalibrasyonlu cihazlar kullanılacaktır.

8.5.2. Alın kaynağının el ile yapılması

Borular arası kaynak boşluğuna ek parçalar konularak kaynak yapılmayacaktır.

Geçici destek için tespit kaynağı dâhil bütün kaynaklar, onaylanan Kaynak Talimatına uygun olarak belgelendirilmiş kaynakçılar ve kaynak operatörleri tarafından yapılacaktır.

Kaynak makinası, işe uygun kapasite ve tipte olacak ve uygun kaynakların imalâtına, işlemin sürekliliğine ve personelin güvenliğine imkân sağlayacak şekilde ayarlanacaktır.

Ark kaynağı makinaları, onaylanan Kaynak Talimatında belirtilen akım ve gerilim aralıkları dâhilinde çalışacaktır.

Zemin veya bir taşıyıcı üzerinde kaynak yapılırsa, döndürerek kaynak yapma durumu hariç, boru etrafındaki çalışma açıklığı, 0,60 m'den daha az olmayacaktır.

Hendek içinde kaynak yapılması halinde kaynak çukuru, kaynakçı veya kaynak operatörünün borulara ulaşması ve kaynak yapmak için çalışma açıklığını sağlayacak yeterli büyüklükte olacaktır. Kaynak yapmaya başlamadan önce, kaynak çukuru içinde varsa birikmiş su boşaltılacaktır.

Boru üzerinde rutubet oluştuğunda ve ortam sıcaklığı +5 ^{o}C'nin altında kaldığında kaynak bölgeleri, 50 ^{o}C veya daha yüksek bir sıcaklığa ısıtılacaktır. Olumsuz hava şartlarından korunma sağlanarak kaynak yapma işlemine devam edilecektir. Yapı denetim görevlisi, hava şartlarının kaynak kalitesine olumsuz etki edebileceği durumlarda, kaynak yapımını erteleyecektir.

Kaynak yapma sırasında alt (kök paso) ve ikinci kat (dolgu pasosu) kaynak tamamlanıncaya kadar, boru/bağlantı parçası hareket ettirilmeyecektir.

Birbirine bitişik boru/bağlantı parçasının boyuna ve/veya spiral kaynak dikişleri, alın kaynağında çakışmayacak ve en az 50 mm kaydırılacaktır. Boyuna kaynak dikişleri, borunun üst yarım dairesinde olacaktır.

Alın alına getirilen boru/bağlantı parçası kaynak ağızlarının birbirine göre eksenden kaçıklıkları, en uygun konum elde edilene kadar boru/bağlantı parçası döndürülerek en aza indirilecektir. Eksenden kaçıklığın düzeltilmesi için boru/bağlantı parçası çekiçlenmeyecek veya ısıtılmayacaktır.

Kaynak ağızları arasındaki boşluk ölçülecek ve ölçülen değerler Kaynak Talimatında belirtilen değere uyacaktır.

Boru/bağlantı parçasının ağızlarının birleşimi; hidrolik çektirme, hareketli bağlantı çemberi, bilezik, takviye elemanı, nokta kaynaklı iç takviyeler veya ağızlama kılavuzları ile yapılacak, kesitler hiçbir zaman gerilme oluşturmayacak şekilde birleştirilecektir. Alt kaynak tamamlanmadan önce bu düzenekler sökülmeyecektir. Öncelik içeriden tutma düzeneklerinin kullanılması olmakla birlikte bu düzeneklerin kullanılması mümkün olmadığında, dışarıdan tutma düzenekleri kullanılacaktır. Kaynak işlemi sırasında kaynak ağzı durumu ve açıklığı değişmeyecek şekilde önlem alınacaktır. Alt kat (kök paso) kaynağın, kaynak ağzına düzgün olarak dağıtılarak tamamı yapılmadan önce, tutma düzenekleri sökülmeyecektir. Tutma düzeneği, boru ve kaplamalarına zarar vermeyecek şekilde tasarlanacaktır.

Alt kat kaynağın yapılacağı boşluklara, tespit kaynağı yapılmayacaktır. Alt kat kaynağın yapılması için tespit kaynağı gerekmesi halinde Kaynak Talimatında belirtilen yönteme uygun olarak yapılacaktır.

İmâlat kaynağına birleşecek tespit kaynakları, alt kat kaynakla beraber yeterli erimenin sağlanması için başlangıç/bitiş yerlerinde uygun bir eğimle taşlanacak ve taşlanan bölge manyetik parçacık yöntemi veya sıvı penetrant yöntemi ile muayene edilecektir.

Kaynak makinasının şasi kablosu, akımın kablo üzerinde yoğunlaşmasını önlemek için yeterli kalınlıkta olacak ve ark yanıklarını önlemek için güvenli bir şekilde tutturulacaktır.

İdare tarafından kaynak dolgu malzemesinin (elektrot vb.) deneylerinin yapılması istendiğinde, üretici bu malzemelerin AWS A5.01, TS ISO 10474'e uygun olduğuna ilişkin deney sonuçlarını sunacaktır.

Kaynak yapmak için kullanılacak elektrotlar, dolgu telleri ve tel/elektrot bileşimlerinin çekme mukavemeti, en az çeliğin asgarî çekme mukavemeti kadar olacaktır. Farklı çelik kalitesinde boru/bağlantı parçasının birbirine kaynak yapılması durumunda, kaynak dolgu malzemesinin çekme mukavemeti, kaynak yapılan çeliklerin çekme mukavemetinden daha yüksek olacaktır.

Kaynak dolgu malzemeleri; imalâtçılarının tavsiye ettiği sıcaklık ve nemde, sınıf, marka ve partisine göre ayrı ayrı depolanacaktır. Bu malzemelerin yüklenmesi, indirilmesi ve saklanmasında hasar görmesini ve nem almasını engelleyici tedbirler alınacaktır. Bozulan veya hasar gören dolgu malzemeleri kullanılmayacaktır.

Elektrotlar; 2 saat süre ile 300 ^{0}C'de etüvde ısıtılacak, çalışma ortamında ise ısıtmalı termoslar içerisinde 150 ^{0}C'de tutulacaktır.

Gazaltı kaynak yönteminin uygulandığı durumda; koruyucu gazların nem miktarı, atmosfer basıncında çiğleme noktasının -30 ^{o}C olduğu durumdaki havanın taşıyabileceği su miktarından daha düşük olacaktır. Örtü gazlarının oksijen muhtevası gibi ilâve özellikleri, Kaynak Talimatında belirtilen değerin %10'undan fazla sapmayacaktır. Örtü gazları, tedarik edildiği kaplarda tutulacak ve kaplar aşırı sıcaktan uzakta depolanacaktır.

Kaynak talimatında istenmesi halinde; kaynak işleminden önce kaynak bölgesinde ön ısıtma işlemi yapılacaktır. Kaynak işleminin olumsuz yönde etkilenmesini ve kaplamaların hasar görmesini önlemek için, uygun bir sıcaklık dağılımını sağlamak ve devam ettirmek bakımından ön ısıtma, gazlı veya elektrikli araçlarla yapılacaktır. Ön ısıtma sıcaklığı, Kaynak Talimatında belirtilen sıcaklıktan daha düşük olmayacaktır. Belirtilen ön ısıtma sıcaklığının uygulama yeri, boru veya birleştirilen parçanın tüm çevresini ve kaynağın her iki tarafında en az 75 mm'lik bir mesafeyi içine alacaktır. Ön ısıtma sıcaklığı belirtilen sıcaklığa ulaştığında, ısıl çift (termokupl) veya pirometrelerle tayin edilecektir.

Mümkün olduğunda sıcaklık, ısıtılan yüzeyin ters tarafında ölçülecektir. Bu mümkün olmadığında ise ısı kaynağı uzaklaştırılacak ve sıcaklık eşitlendiğinde ısıtılan yüzeyden sıcaklık tayin edilecektir. Isı kaynağının uzaklaştırılması ve sıcaklığın ölçülmesi arasında geçen süre, 25 (dâhil) mm'ye kadar yaklaşık 2 dakika olacak, 25 mm'nin üzerindeki her 12 mm'lik et kalınlığı için bu süreye 1 dakika ilâve edilecektir.

Kaynak yapmaya başlamadan hemen önce, bağlantı etrafındaki birkaç noktada sıcaklıklar tekrar ölçülecektir.

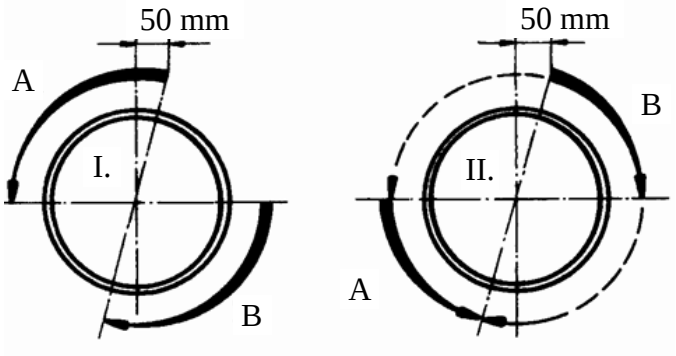
Kalıcı tutma düzeneğine izin verilmeyecek, geçici tutma düzeneği sadece Kaynak Talimatında belirtilirse uygulanacaktır.

İç kaynak dikişi, Kaynak Talimatına uygun olarak yapılacaktır.

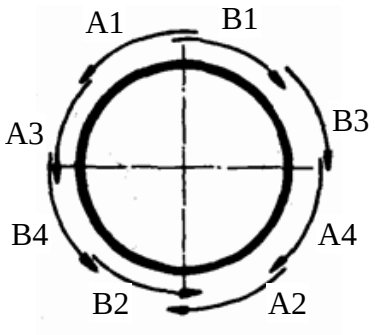
Boru/bağlantı parçası içerisindeki kaynak ve kontrol çalışmaları sırasında yüklenici tarafından gerekli emniyet tedbirleri alınacak, havalandırma teçhizatı temin edilecektir.

Tamamlanan kaynak, ana malzemeye düzgün bir geçiş yapacak şekilde, boru çevresi boyunca aynı genişliğe sahip, düzgün bir görünümde olacaktır. Kaynak dikişi genişliği, Kaynak Talimatında belirtilen kaynak dikişi genişliğinden fazla olmayacaktır.

325 mm'den daha büyük çapa sahip boru/bağlantı parçası üzerinde kaynak yapma işlemi sırasında, borunun her bir tarafında bir kişi olmak üzere, en az iki kaynakçı aynı anda çalışacaktır. Birinci kaynakçı (A) ve ikinci kaynakçı (B), $D \leq 600$ mm ise Şekil 14'e göre, daha büyük çaplarda sıra ile (1, 2, 3, 4) Şekil 15'e göre kök paso kaynağını yapacaktır.

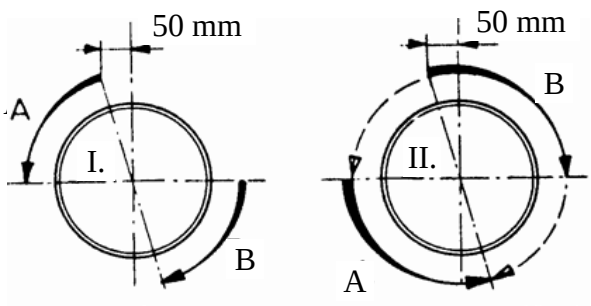


Şekil 14

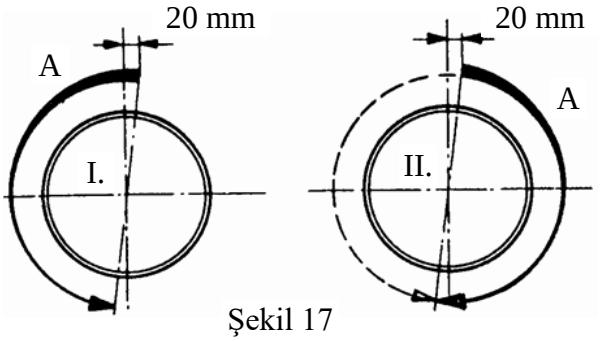


Şekil 15

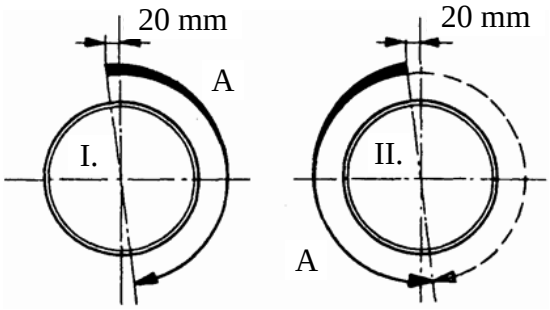
Birinci kaynakçı (A) ve ikinci kaynakçı (B), Şekil 16'ya göre dolgu kaynağını, sadece birinci kaynakçı (A) müteakip tabakaların kaynaklarını Şekil 17'ye göre yapacaktır. Birinci kaynakçı (A) Şekil 18'e göre son kapak pasosunu yapacaktır.



Şekil 16



Şekil 17



Şekil 18

Dolgu kaynak sıcaklıkları ölçülecek ve Kaynak Talimatında belirtilen aralıklar dâhilinde olacaktır. Dolgu kaynak sıcaklıkları, Kaynak Talimatının onaylanması için örnek mamullerin kaynak yapılması sırasında kaydedilen en yüksek sıcaklıktan fazla olmayacaktır.

Kaynak bitişleri ve başlangıçları, üst üste veya yan yana gelmeyecektir.

Tutma düzeneği elemanlarının taşlamayla kesilip çıkarılmış kısımlarının etrafındaki boru/bağlantı parçası malzemesi, hasar olup olmadığı bakımından ultrasonik muayeneye tâbi tutulacaktır.

Yüzeydeki curuf, bir sonraki kaynak katı dolgusundan önce, elle veya tahrikli aletler kullanılarak uzaklaştırılacaktır. Yüzeydeki gözenek kümeleri, başlangıçlar, bitişler ve çıkıntılar taşlanarak kaldırılacaktır.

Yüzeydeki curuf, kaynak kusurları ve gözle görülebilir hatalar (çatlak, oyuk ve diğer dolgu hataları) kabul edilmeyecektir.

Kaynak dolgu malzemesi ve erime yüzeyleri arasındaki birleşme yerlerinin temizliği, bir sonraki kaynak yapılmadan önce gözle muayene edilecektir.

Kaynaklar kısmî olarak tamamlanmış bir şekilde bırakılmayacaktır. Bağlantıların kaynağı bir seferde tamamlanacaktır. İmalât şartlarından dolayı gerekli olduğunda Kaynak Talimatında belirtilen en az sayıda kat atıldıktan sonra ara verilmiş olması kaydıyla kaynak işlemine devam edilebilecektir.

Kaynak yapma işlemine ara verilir verilmez kaynağın üzeri, yavaşça ve düzgün olarak soğuması için, kuru, ısıya dayanıklı ve su geçirmez takviyeli yalıtım malzemesi ile sarılarak korunacaktır. Kaynak yapmaya yeniden başlamadan önce kaynak bölgesi, Kaynak Talimatında belirtilen dolgu kaynak sıcaklığı aralığına kadar yeniden ısıtılacaktır.

Kaynak işlemine üç kat tamamlanmadan ara verilmeyecektir.

Standardında ve Kaynak Talimatında belirtilmesi durumunda, kaynak işleminden sonra kaynak bölgesine, aşırı ısıtma yapmadan çevresel ısıl işlem uygulanacaktır.

8.5.3. Alın kaynaklarının otomatik kaynak makinası ile yapılması

Kaynak ağızlarının otomatik kaynak makinası ile birleştirilmesinde de 8.5.2 maddesinde belirtilen hususlar göz önünde bulundurulacak, otomatik kaynak yapılması ile ilgili standartta belirtilen bütün hususlar dikkate alınacaktır.

İşin süresi ve döşenecek boru miktarı göz önünde bulundurularak otomatik kaynak için gerekli olan çadır tipindeki muhafazalar, kaynak işlemine başlamadan yeterli adette temin edilecektir. Bu sebeple işin geciktirilmesine izin verilmeyecektir. Muhafazaların yerleştirildiği yerlerde gerekirse hendek kenarları genişletilecektir.

DN1000'den büyük çaplı toplam uzunluğu 30.000 m'yi geçen işlerde boru/bağlantı parçası kaynak işlemleri otomatik kaynak makinası ile yapılacaktır.

8.5.4. Alın kaynak bölgelerinin kaplama işlemleri

Sahada, yüzey temizliği yapıldıktan ve kaplama şartları oluşturulduktan sonra kaynak bölgesinin iç ve dış yüzeyleri, boru/bağlantı parçasının mevcut kaplaması ile aynı olacak şekilde ayrıca temin edilecek kaplama malzemesi ile iç yüzeyi TS EN 10339, dış yüzey TS EN ISO 21809-3'e uygun olarak kaplanacaktır.

Kaplama, Kaplama Uygulama Talimatına göre yapılacaktır.

Boruların dış kaplama işlemi öncesi kaplanacak yüzeyde çanak fırça ve zımpara ile St3 kalitesinde yüzey temizliği yapılacak, yüzey pürüzlülüğü 50 – 100 µm aralığında olacaktır.

Boruda kaplanacak yüzey Kaplama Uygulama Talimatında belirtilen ön ısıtma sıcaklığına kadar 60 ºC ila 70 ºC arasında olacak şekilde ısıtıldıktan sonra kaplama işlemi, kaplama sıcaklığı polietilen kaplamalarda 120 ºC'yi, polipropilen kaplamalarda 110 ºC'yi geçemeyecek şekilde yapılacaktır.

Kaplamanın uygulanması sırasında, borunun ön ısıtma sıcaklığı, kaplama sıcaklığı temas termometresi kullanılarak ölçülecek ve kaydedilecektir.

Polietilen, polipropilen kaplamalar Çizelge 17A'ya uygun iki katmanlı sıcak sargı (kendinden büzüşen) yöntemiyle DN < 1500 için mevcut kaplama üzerine en az 50 mm, sargı üzerine en az 100 mm, DN ≥ 1500 için mevcut kaplama üzerine en az 75 mm, sargı üzerine en az 150 mm bindirmeli olarak TS EN ISO 21809-3'e göre yapılacaktır. Kaplamanın boru çevresi boyunca kendi üzerine bindirildiği kısımda açıkta kalan sargı kenarını merkezleyecek şekilde aynı malzemeden aynı kalınlıkta hazırlanmış DN < 1500 için en az 300 x 200 mm, DN ≥ 1500 için en az 350 x 250 mm boyutlarında kapama elemanı yerleştirilecektir.

Çizelge 17A: PE ve PP sıcak sargı kaplaması özellikleri

Özellikler	**PE** Tip 14A-3 (T_{max} ≤ 120 ºC)	**PP** Tip 14D-1 (T_{max} ≤ 110 ºC)
Gözeneksizlik deneyi (5 kV/mm + 5 kV)	Akım boşalmasına izin veren boşluklar olmayacaktır.	
Darbe dayanımı (23 ºC)	≥ 7 J/mm	≥ 10 J/mm
İz derinliği basıncı	(23 ºC)'de 10 N/mm^2 (T_{max})'da 1 N/mm^2	(23 ºC)'de 10 N/mm^2
İz derinliği kalıntı kalınlığı	(23 ºC)'de ≥ 1,0 mm (T_{max})'da ≥ 1,0 mm	(23 ºC)'de ≤ 0,6 mm
Katodik ayrışma (28 gün)	(23 ºC)'de ≤ 15 mm (T_{max})'da ≤ 20 mm	(23 ºC)'de ≤ 5 mm (T_{max})'da ≤ 10 mm
Soyulma dayanımı	(23 ºC)'de ≥ 3 N/mm (T_{max})'da ≥ 0,2 N/mm	(23 ºC)'de ≥ 4 N/mm (T_{max})'da ≥ 2 N/mm
Sıcak suya daldırma deneyi (T_{max}'da 100 günlük) (P_{100}/P_0)	(23 ºC)'de ≥ 0,75 mm	
Bindirme dayanımı (10 mm/dk)	(23 ºC)'de ≥ 0,5 N/mm^2 (T_{max})'da ≥ 0,1 N/mm^2	(23 ºC)'de ≥ 5 N/mm^2 (T_{max})'da ≥ 1 N/mm^2
Kopma uzaması (T_{max}'da 100 ve 70 günlük)	(E_{100}/E_0) ≥ 0,75 (E_{100}/E_{70}) ≥ 0,80	(E_{100}/E_0) ≥ 0,75 (E_{100}/E_{70}) ≥ 0,75

Kaplama işleminden tamamlandıktan iki saat sonra kaynak dikişi bölgesinde ölçülecek kaplama kalınlığı, Çizelge 17B'ye uygun olacaktır.

Çizelge 17B : Sargı yöntemiyle yapılan PE ve PP kaplama kalınlığı

DN	**PE**	**PP**
	En az (mm)	En az (mm)
≤ 700	1,6	1,6
700 < DN ≤ 1500	1,7	1,6
1500 < DN ≤ 2000	2,0	1,9
2000 <	2,2	2,0

Bağlantı parçasının dış kaplama işlemine ortam sıcaklığının 50 ºC'nin altında olduğu durumda başlanacak, kaplanacak yüzey kir, pas, yağ ve tozdan temizlenecek, St2 kalitesinde yüzey temizliği yapılacak, yüzey pürüzlülüğü 25 ~ 75 µm aralığında olacaktır. Temizlik işleminden sonra yüzey solvent ile yıkanacak, en geç 2 saat içinde kaplama işlemine başlanacaktır. Kaplanacak yüzey, önce 65 ~ 75 µm aralığında epoksi astar ile kaplanacak, en fazla 30 dakika kuruma süresi beklenecektir.

Polietilen, polipropilen kaplamalar Çizelge 17C'ye uygun iki katmanlı soğuk sargı yöntemiyle TS EN ISO 21809-3'e göre yapılacaktır. Sargı malzemesi genişliği, 50 ~ 250 mm arasında, dar açılı bükümlü ve değişken kesitli olanlarda daha dar olmak üzere bağlantı parçasının tiplerine göre seçilecek, kalınlığı 0,6 ~ 0,9 mm aralığında olacaktır. Varsa mevcut kaplama üzerine en az 50 mm bindirme olacak şekilde, çevresel sarma ile başlanacak, sarma/gerdirme ekipmanı ile spiral olarak %50 bindirme ile en az 3 tur olmak üzere Çizelge 17B'deki kalınlığı yakalayacak kadar turla sarma işlemi tamamlanacaktır. Sarma işlemi sırasında bindirme yerlerinin üst üste gelmemesi için şaşırtmalı sarma yapılacaktır.

Çizelge 17C: PE ve PP soğuk sargı kaplaması özellikleri

Özellikler	**PE / PP** Tip 12-1 (T_{max} ≤ 50 ºC)
Gözeneksizlik deneyi (5 kV/mm + 5 kV)	Akım boşalmasına izin veren boşluklar olmayacaktır.
Darbe dayanımı (23 ºC)	≥ 4 J/mm
İz derinliği basıncı (23 ºC ve T_{max}'da)	10 N/mm^2
İz derinliği kalıntı kalınlığı (23 ºC ve T_{max}'da)	≥ 0,6 mm
Katodik ayrışma (28 gün)	(23 ºC)'de ≤ 15 mm (T_{max})'da ≤ 20 mm
Soyulma dayanımı	(23 ºC)'de ≥ 1,5 N/mm (T_{max})'da ≥ 0,2 N/mm
Sıcak suya daldırma deneyi (T_{max}'da 100 ve 70 günlük)	(P_{100}/P_0) ≥ 0,75 mm ($P_{100}/P7_0$) ≥ 0,80 mm
Bindirme dayanımı (10 mm/dk) (23 ºC ve T_{max}'da)	≥ 0,05 N/mm^2
Kopma uzaması (T_{max}'da 100 ve 70 günlük)	(E_{100}/E_0) ≥ 0,75 (E_{100}/E_{70}) ≥ 0,80

Kaplama sonrasında holiday yalıtım deneyi uygulanacaktır.

Kaplama malzemesi TS EN ISO 21809-3 gerekliliklerini karşılayacak ve bu özellikler deneylerle doğrulanarak rapor edilecektir. Deney raporu, yeterlilik deneylerinin sonuçlarını ve standarttaki gerekli verileri içerecektir.

Boru/bağlantı parçasının iç kaplaması için; DN700 ve üzerindeki çaplarda gerekli emniyet ve havalandırma tedbirleri alınarak boru içerisine girilecek, kumlama uygulaması yerine kaynak bölgesinin elle veya elektrikli tel fırça ile kaba temizliği yapılacak, deterjanlı su ile yıkanacak, durulanacak, su alıcı doğal lifli bezle kurulanacaktır. Ardından Kaplama Talimatına uygun olarak kaplama yapılacaktır.

DN700 altındaki çaplarda iç kaplama, uzaktan kumanda ve görüntüleme özelliği bulunan boru/bağlantı parçası içinde hareket edebilecek makine ile yapılacaktır.

8.5.5. Boru hatlarının basınç deneyi

Boru hatlarının basınç deneyi, ortam sıcaklığının 10 ~ 30 ^{0}C arasında olduğu durumda İdare nezaretinde yapılacaktır.

Hendek içine yerleştirilmiş olan boruların iç basınç deneyi uygulanacak kısmının uzunluğu, et kalınlığının aynı olması şartı ile en fazla 2.000 m olacaktır. Özel teknik şartnamesinde belirtilmesi halinde bu mesafe artırılabilecektir. Deney yapılacak bölümde hava vanası, tahliye vanası hariç su kontrol elemanları yerine takılmamış olacak, bu bağlantılara kör flanş takılarak deney yapılacaktır.

Boru hattı, bütün olarak veya gerekli olduğu yerde, birkaç deney bölümüne ayrılarak deneye tabi tutulacaktır. Deney bölümleri; hattın en alt noktasında deney basıncına, en üst noktasında en büyük işletme basıncına ulaşılabilecek, deney için gerekli suyun basılabildiği ve kolaylıkla boşaltılabildiği boru hattı kısımları olarak belirlenecektir. Boru hattı içindeki her türlü birikinti ve yabancı madde deneyden önce temizlenecek, sonrasında hat su ile doldurulacaktır.

Deney öncesinde basınç pompası, taksimatlı basınç göstergesi, geri dönüşsüz vana, kapatma vanası, test ekipmanları için havalandırma sistemi ve termometre hazır halde bulundurulacaktır.

Deney sırasında hendek içinde başka maksatlı çalışma yapılmasına, iş sağlığı ve güvenliği açısından izin verilmeyecektir.

Döşenmiş boru hattı, hat debisinin en fazla 1/10'u kadar debi ile su verilerek doldurulacaktır. Boru hattı su ile dolarken hattın içerisindeki tüm havanın çıkması için hava vanasının çalışıp çalışmadığı kontrol edilecek, çalışmayan hava vanası tespit edildiği takdirde hatta su verilmesi durdurularak çalışır hale getirildikten sonra hatta su vermeye devam edilecektir. Boruda sıkışıp kalan hava, deney sırasında uygulanan basıncın gerçek basınçtan farklı okunmasına neden olacağı için bütün havanın boşaltıldığından emin olmadan deneye başlanmayacaktır.

Basınç deneyinden önce; birleşim yerleri ve ana boru tahliye boru bağlantıları hariç boruların dolgu işlemleri tamamlanmış olacaktır. Kalıcı destekleme veya sabitlemeler, basınç deneyine dayanacak şekilde inşa edilecektir. Beton tespit kitleleri deney başlamadan önce yeterli dayanıma sahip olacaktır. Tapalar veya diğer geçici körleme bağlantılarına; zeminin destekleme dayanımına göre dağıtılan yük ile yeterli bir şekilde sabitlenlendiğinden emin olunacaktır.

Deneye başlarken ve deney sonunda, deney suyunun ve havanın sıcaklığı ölçülecektir. Ölçüm sonuçları ve gerekli diğer bilgiler deney tutanağına anında yazılacaktır.

Deney donanımını deney yapılan bölümün en alt noktasına yerleştirmek mümkün değilse, deney basıncı; deney bölümünün en alt noktasından yükseklik farkı çıkarılarak hesaplanan basınç olacaktır.

Basınç okumaları, deney yapılan kısmın en alçak noktasında ve iki ayrı manometre ile karşılaştırmalı olarak yapılacaktır. İkinci manometrenin kayıt edici manometre olması tercih edilecektir. Deney sırasında uygulanan basıncı ölçmek üzere bağlanacak manometreler 0,1 bar'lık basınç artımlarının okunmasına olanak verecek duyarlıkta olacaktır.

Deney yapılacak kısım su ile doldurulduktan sonra basınç boru hattına, pompa ile su basarak verilecek, basıncın bir dakikadaki artımı en fazla 1 bar olacaktır.

Hattı deneye hazırlamak, ana deneyden önce esnek boruların hacminde basınca bağlı artışa müsaade etmek amacıyla; deney bölümündeki boru hattının basıncı, çelik boru taban kotu ile su kaynağındaki en yüksek yüzey kotu arasında kalan metre cinsinden su sütununa denk gelen basınca kadar yükseltilecektir. Bu artış 3 kademede her seferinde 10 dakika beklemek suretiyle yapılacaktır. Bu basınç seviyesinde bir saat beklenecektir. Bu süre sonunda manometrelerde basınç değişimi olmayacaktır. Aksi durumda deney yeniden başlatılacaktır.

Tüm boru hatları için deney basıncı; çelik boru taban kotu ile su kaynağındaki en yüksek yüzey kotu arasında kalan metre cinsinden su sütununa denk gelen basıncın 1,50 katı olacaktır.

Borudaki basınç, deney basıncı seviyesine kadar adım adım yükseltilecektir. Boru hattı deney basıncı altında en az 2 saat bekleyecektir.

Boru hattı birleşim yerleri elle ve gözle muayene edilecek, deney yapılan kısım kontrol edilecek, boru hattının herhangi bir kısmının konumu kabul edilemez şekilde değişiyor ve/veya sızıntılar görünüyorsa, boru hattı basınçsız hale getirilecek, hatalar tamir edilecek, plastik deformasyona uğrayan boru/bağlantı parçası değiştirilecektir. Bu durumda deney yeniden başlatılacaktır.

İkinci saatin sonunda manometrelerde ölçülen basınç kaybı; 0,1 bar'ı aşmayacaktır. Aksi durumda deney yeniden başlatılacaktır.

Boru hattının deneyi başarılı olarak geçmesinden sonra yükseltilmiş basınç, basınçlandırma vanasından 3 kademede her seferinde 10 dakika beklemek suretiyle konum basıncı seviyesine kadar tahliye edilecektir.

8.5.6. Sistem deneyi

Boru hattının, basınç deneyi için iki veya daha fazla bölüme ayrıldığı ve tüm bölümlerin sızdırmazlık testlerinin başarıyla tamamladığı durumlarda; tüm sistem en az 2 saat boyunca işletme basıncında tutulacaktır. Bu süre zarfında hat sızıntılar ve basınç değişimleri açısından gözle muayene edilecektir. Basınç düşüşünün olmaması durumunda tüm sistem başarılı kabul edilecektir.

Yüklenici, sistem deneyi başarı ile tamamlanmadan İdareden geçici kabul yapılması talebinde bulunmayacaktır.

8.5.7. Boru hatlarının temizliği

Boru hatları, iş kısmen veya tamamen tamamlandıktan sonra yüklenici tarafından geçici kabul teklifi yapılmadan önce boru içerisine alınacak suyla temizlenecektir. Hatların temizliğinde kullanılacak suya, insan sağlığına olumsuz tesiri olmayan aşındırıcı özelliği bulunmayan kimyasal karıştırılarak dezenfekte edilmek suretiyle gerekli temizlik yapılacaktır. Bu yapılan işlemlerde kullanılan su, hat işletmeye açılmadan önce tamamen boşaltılacaktır.

9. BORU HATLARININ KATODİK KORUNMASI

9.1. Genel

Zemin içine gömülü veya su altında bulunan çelik boru hatları, bu şartnamede özellikleri açıklanan "galvanik (kurbanlık) anotlu" veya "dış akım kaynaklı" katodik koruma sistemleri ile korozyona karşı korunacaktır.

Katodik koruma sistemi; en az 20 yıl boyunca boru hattının her noktasında referans (kıyas) elektroduna göre boru akım altında iken ölçülen boru/zemin gerilim farkı en az -850 mV, en fazla -1.200 mV (+%10,-0) olacak şekilde tasarlanacaktır.

Her durum için kurbanlık anotlu ve dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi hesap raporu hazırlanacak ve İdare onayına sunulacaktır. İdare tarafından seçilen sisteme göre projeler hazırlanarak onaya sunulacaktır.

Kurbanlık anotlu sistem;
Ekonomik olarak daha uygun olması durumunda,
Mevcut altyapı tesisleri geçişinde kılıf / kılavuz / teçhiz amaçlı çelik borular kullanılması durumunda,
İşletme ve bakım süreçlerinin bakım personeli veya mevsimsel ve arazi koşulları nedeni ile kısıtlı olduğu koşullarda,
Katodik koruma sistemi besleme enerjisinin kesintisiz temin edilemeyeceği durumda,
Döşenecek boruların çevredeki metal yapılarla elektrik etkileşimi nedeniyle gömülü metal yapıların yoğun olduğu bölgelerde; tercih edilecektir:

Dış akım kaynaklı sistem;
Ekonomik olarak daha uygun olması durumunda,
İşletici kurum/kuruluşun bu sistemin tercih edilmesine ilişkin yazılı talebinin olması,
Boru hattının yoğun yerleşim yerlerinden geçtiği durumda; tercih edilecektir.

Özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe çelik boru dışındaki boru hatları üzerindeki sanat yapılarında bulunan çelik borulara ve uzunluğu 20 metreyi geçmeyen çelik boru hatlarına katodik koruma yapılmayacaktır.

İnşaat aşamasında iken döşenmesinin üzerinden altı ay geçen çelik boru hatlarında zemin özgül direncine ve katodik koruma sistemine bakılmaksızın kurbanlık anotlar ile geçici koruma sağlanacaktır. Bu süre;
2.000 ~ 10.000 ohm.cm arasında özgül direnci olan zeminlerde üç ay,
1.000 ohm.cm.'den daha az özgül direnci olan zeminlerde bir ay olarak dikkate alınacaktır.

Geçici katodik korumanın güvenilirliği, on beş günde bir ölçümlerle izlenecek, boru – zemin gerilim farkının -850 mV ~ -1200 mV arasında olduğu takip edilecektir. Bu tespitler tutanak altına alınacaktır.

Önceden döşenmiş bir boru hattına yakın ve paralel konumda yeni boru hattı döşenmesi durumunda iki boru hattı arasındaki etkileşme, zeminin korozyon yapıcılığı özelliklerine bağlı olarak hızlı bir şekilde korozyona sebep olabileceğinden çelik boru hatlarının dış cidarları

arasında en az 2,00 m mesafe olacaktır. Beraber döşenen iki boru hattında bu etkileşim dikkate alınarak katodik koruma tasarlanacak, borular arası mesafe en az 0,60 m olacaktır.

Katodik koruması yapılacak çelik borular ile diğer gömülü metal yapıların elektrik etkileşimi durumunda TS EN 14505'e göre uygulama yapılacaktır.

Katodik koruma sistemini tasarlayacak, uygulayacak ve ölçüm yapacak personel TS EN ISO 15257'ye göre mesleki yeterlik sertifikasına sahip olacaktır.

Yüklenici, sistemin işletilmesinde görev alacak iki İdare personeline katodik koruma sisteminin çalışması ve sahada yapılacak ölçümleri içeren bir günlük eğitim verecektir.

Yüklenici, genelden detaya olacak şekilde tüm çizimleri içeren; tüm anot, ölçü kutusu, T/R ünitelerinin yerleri ve koordinatlarını GPS cihazıyla kayıt altına alarak ölçekli haritalara işleyecek, katodik koruma sisteminin genel yerleşimi, T/R ünitelerinin elektrik ve mekanik projelerini; uygulama ve iş sonu projesi olarak, İdareye sunacaktır.

Yüklenici, son ölçümleri de içeren bir işletme ve bakım kılavuzu hazırlayarak onay için İdareye sunacaktır. Onaylanan işletme bakım kılavuzu, Tesisin İşletme Bakım Kitaplarına da eklenecektir.

Katodik koruma sisteminin geçici kabulünden önce bir adet taşınabilir tip kıyas elektrodu ve bir adet yüksek giriş direncine sahip olan sayısal multimetre İdareye teslim edilecektir.

9.2. Tasarım

Yüklenici, boru hattı boyunca katodik koruma tasarımına esas arazi etüdü yapacaktır.

Zeminin özgül elektrik direnci, pH değeri, indirgenme gerilimi, boru/zemin gerilimi, tuzluluk oranı, yeraltı su seviyesi, havalanabilme ve sıkışma özellikleri gibi korozyonda önemli olan fiziksel ve kimyasal özellikler projelendirmede esas alınacaktır.

Sahada alınan ölçümler, DSİ personeli ile birlikte Saha Ölçüm Tutanağı ile kayıt altına alınacaktır. Tutanakta; başlangıç noktasına uzaklık, ölçüm noktalarının koordinatı, boru güzergâhı boyunca TS EN 12954 ve TS 4363'e göre zemin özgül direncinin belirlenmesi için yapılan ölçümler, zemin karakteristiklerinin değişiklik gösterdiği yerleri belirlemek için boru güzergâhı boyunca pH ölçümleri, indirgenme gerilimi için gerilim ölçümleri yer alacaktır. Tutanak ekinde ölçü aletlerinin kalibrasyon belgeleri sunulacaktır.

Saha ölçümlerine göre katodik koruma sistemine ilişkin bir rapor hazırlanacak ve projelendirilerek İdarenin onayına sunulacaktır.

Bu raporda; boru hattı detayları (boru cinsi, uzunluğu, çapı, et kalınlığı, kaplama tipi, kaplama direnci, zayıflama (attenuation) sabiti, beton kaplamalı boru bölümleri vb.), saha ölçüm tutanağı, topografik detaylar ve toprak yapısı, 1 kV ve üzeri gerilim hatlarının mevcudiyeti, boru hattına göre konumları ve işletme gerilimleri, direklerin boru hattına mesafeleri ve ENH ile boru hattının kesişim vb. durumları, boru hattına 200 m mesafe içerisindeki yabancı boru hatları, enerji kabloları gibi alt yapılar (katodik koruma sistemine

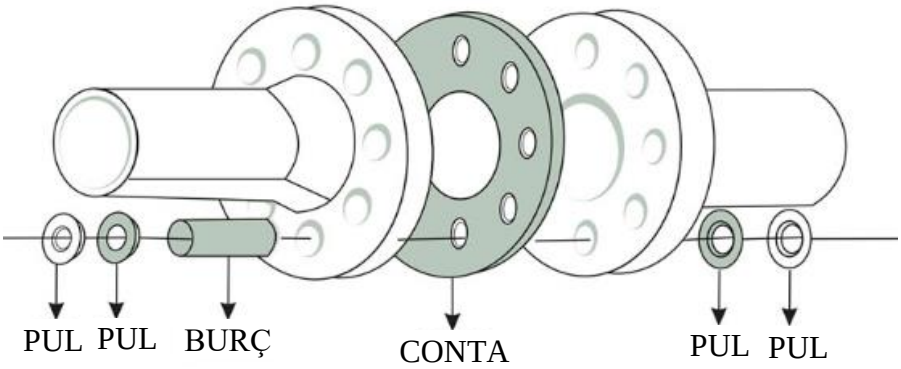
sahip olanlar özellikle belirtilecektir), boru hattı üzerinde bulunan yerüstü yapılarının yerleri, kanal, dere, karayolu, demiryolu, köprü vb. geçişleri ve uzunlukları,

Başlangıçta ve tasarım ömrünün sonunda beklenen koruma akımı ihtiyacı, yalıtkan flanş yerleri, anot yataklarının bulunduğu yerdeki zemin özgül direnci, anot yatağının tasarım tipi ve fiziksel büyüklükleri, T/R birimi konulacak yerlerde enerji kaynağının (güneş enerjisi - bu enerji kaynağı ile ilgili detaylı proje hazırlanacaktır -, şebeke hattı vb.) yeri, enerji besleme güzergâhı, anot yatağı kablolaması ve akımın enjekte edildiği (-) kablo güzergâhı, katodik koruma sisteminin toplam direnci, anot malzemesi, anot akım yoğunluğu ve anot ömrü, öngörülen ölçü kutularının yerlerini ve tiplerini gösteren liste, tüm kablolara ait kesit hesabı, tüm hesaplama detayları yer alacaktır.

Katodik koruma sisteminin tasarımı sonrasında diğer kamu kurum/kuruluşlarının mülkiyetindeki borularda yapılması gereken ilaveler için ilgili kurum/kuruluşların onayı alınacaktır.

Anot yatağı yerleşimi, katodik koruma sistemi genel görünümü, ölçü kutularının ve anotların boru bağlantılarının kaynak detay çizimleri yapılacaktır. Proje eki olarak sunulacak raporda maliyet analizleri de yer alacaktır.

Boru hattı boyunca katodik koruma yapılacak bölümün her iki ucuna elektrik ayırımı sağlamak üzere; neopran veya klingrit malzemeden yalıtkan delikli conta, bakalit malzemeden yalıtkan pul ve burçtan oluşan yalıtkan ayırma elemanı (yalıtkan flanş) (Şekil 19) yerleştirilecektir. Bu elemanın yerlerinin belirlenmesi için boru hattı boyunca elektriksel devamlılık araştırılacaktır. Terfi istasyonu, baraj dipsavak vana odası, maslak, depo vb. büyük sanat yapıları giriş ve çıkışlarında yalıtkan flanş kullanılacaktır.



Şekil 19 : Yalıtkan flanş

Boru hattı boyunca elektriğin devamlılığı sağlanacaktır. Flanşlı bağlantı noktalarında elektrik akımının sürekliliğini sağlamak için çelik boru flanşından diğer çelik boru flanşına elektrik akımı atlama köprüleri kullanılacaktır.

Katodik koruması yapılan borunun diğer metalik yapılarla kesişmesi halinde, kesişen bölgede kaplama kalınlığının artırılması, iki boru hatı arasında bağ direncinin kullanılması, ilave koruma akımı sağlanması yöntemlerinden uygun olanı kullanılarak gerekli yalıtım sağlanacaktır.

Projelendirmede gerilim değerleri, zemin özgül direnci ve ortam sıcaklığına göre TS EN 12954 dikkate alınarak belirlenecektir

Boru hattının geçtiği zemin içerisinde elektrik akımı yayabilen raylı ulaşım araçları, yüksek gerilim hattı ve trafo merkezleri gibi yapılar mevcut ise alternatif akımı topraklamak üzere dış akım beslemeli alternatif akım süzgeci tesis edilecektir.

9.2.1. Koruma akımı ihtiyacı hesabı

İki yalıtkan flanş arasındaki toplam çelik boru yüzey alanı kullanılarak koruma akım ihtiyacı hesaplanacaktır.

Zemin özgül direncine ve kaplamaya göre akım yoğunluğu ayrı ayrı hesaplanacaktır.

9.2.1.1. Zemin özgül direncine göre koruma akım yoğunluğu hesabı

Zeminin özgül direnci, boru hattı boyunca ölçüm noktalarının coğrafi koordinatları kayıt altına alınarak en fazla 1.000 m aralıklarla TS 4363'e göre Wenner 4 Elektrot Yöntemi kullanılarak ölçülecektir. Bu yöntemde 12 ~ 16 mm çapında, 40 ~ 60 cm uzunluğunda ve galvanizli çelikten imal edilmiş olan elektrotlar düz bir hat oluşturacak şekilde eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. *a/4, a/2, a, 3a/2, 2a* olmak üzere beş farklı aralıkta değer okuması yapılarak hesaplamada bulunan değerin aritmetik ortalaması kullanılacaktır.

Ortalama zemin özgül direnci şu formülle hesaplanacaktır:

$$\rho_{ort} = \frac{\Sigma\rho_i - \frac{(\rho_{mak} + \rho_{min})}{2}}{n - 1}$$

ρ_{ort} : ortalama zemin özgül direnci (ohm.cm)
ρ_i : hesaplanan zemin özgül dirençleri (ohm.cm)
ρ_{mak} : hesaplanan en büyük zemin özgül direnci (ohm.cm)
ρ_{min} : hesaplanan en küçük zemin özgül direnci (ohm.cm)
n : ölçüm sayısı (adet)

$$\rho_i = \frac{2\pi}{5}\sum_{J=1}^{5} a_{j.}R_{j.}$$

a_j : elektrotlar arası mesafe (cm)
R_j : Meger cihazı ile ölçülen direnç (ohm)

$$a = \frac{4\mathrm{D}}{30} + 200$$

D : boru dış çapı (mm)

Birim alandaki koruma akım yoğunluğu, ortalama zemin özgül direncine karşılık kaplamasız boru için Kalman Eğrisinden türetilen aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır. Ortalama zemin özgül direncine göre hesaplanan koruma akım yoğunluğu, Çizelge 18'den alınacak kaplama katsayısı (k) ile çarpılarak kullanılacaktır.

Çizelge 18 : Boru kaplama cinsine göre kaplama katsayısı (k)

Boru Kaplama Cinsı	**Kaplama Katsayısı (k)**
Kaplamasız	1
Geçmişte döşenmiş	3
EP kaplamalı	0,01
HDPE, PP ve PUR kaplamalı	0,005

$$I_1 = k.1480.\rho_{ort}^{-0,83}$$

I_1 : ortalama zemin özgül direncine göre koruma akım yoğunluğu (mA/m^2)
k : kaplama katsayısı

9.2.1.2. Kaplamaya göre koruma akım yoğunluğu hesabı

Katodik koruma uygulanacak çelik borunun kaplama direnci deney yolu ile saptanacaktır. Boru hattı boyunca her 1.000 metrede bir defa gövdeden, bir defa kaynak bağlantı noktasından ölçüm yapılarak aritmetik ortalama ile kaplama direnci hesaplanacak, bu değere göre tasarım yapılacaktır. Boru kaplama direncine göre kaplama sınıflandırması Çizelge 19'a göre yapılacaktır.

Çizelge 19 : Kaplama direncine göre kaplama kalitesi

Kaplamanın kalitesi	**Ortalama kaplama iletkenliği (ohm.m^2)$^{-1}$**	**Ortalama kaplama direnci (ohm.m^2)**
Çok iyi	< 10^{-4}	> 10.000
İyi	10^{-4} ~ 5.10^{-4}	2.000 ~ 10.000
Orta	5.10^{-4} ~ 10^{-3}	1.000 ~ 2.000
Kötü	> 10^{-4}	< 1.000
Kaplamasız	0,04 ~ 0,2	5 ~ 25

(1.000 ohm.cm zemin özgül direnci için hazırlanmıştır zemin değerlerine göre indirgenecektir.)

Deney yolu ile belirlemenin mümkün olmadığı durumlarda bu şartnameye göre yapılan EP, HDPE, PP, PUR kaplamaların tamamı için ortalama kaplama direnci 10.000 ohm.m^2 olarak dikkate alınarak tasarım yapılacaktır.

TS EN 12954'e göre çelik borunun koruma gerilimi en az -850 mV olacak, kaplamasız çelik boru – zemin gerilimi -550 mV alınacaktır.

Kaplamaya göre koruma akım yoğunluğu hesabı aşağıdaki şekilde yapılacaktır.

$$I_2 = \frac{|E_p - E_n|}{R_k}$$

I_2 : kaplamaya göre koruma akım yoğunluğu (mA/m^2)
E_p : istenen koruma gerilimi (mV)
E_n : kaplamasız boru – zemin gerilimi (mV)

R_k : ortalama kaplama direnci (ohm.m^2)

9.2.1.3. Toplam koruma akımı ihtiyacı hesabı

Su içinden geçen çelik boru hatlarında koruma akım ihtiyacı yoğunluğu 10 mA/m^2 olarak dikkate alınacaktır.

Koruma akım ihtiyacı; ortalama zemin özgül direncine göre hesaplanan (I_1) ile kaplamaya göre hesaplanan (I_2) koruma akım yoğunluğundan daha büyük olan (I) alınarak hesaplanacaktır.

$$I_p = I.\pi.\Sigma(D_i.L_i)$$

I_p : iki yalıtkan flanş arasındaki toplam koruma akımı ihtiyacı (mA)
I : seçilen koruma akım yoğunluğu (mA/m^2)
D_i : boru hattı boyunca iki yalıtkan flanş arasındaki her bir çap (m)
L_i : boru hattı boyunca iki yalıtkan flanş arasındaki her bir çaptaki boru uzunluğu (m)

İki yalıtkan flanş arasında vana, sökme takma parçası, tahliye borusu vb. su kontrol elemanı bulunması durumunda bu elemanlar boru olarak değerlendirilerek L_i hesaplanacaktır.

9.2.2. İndirgenme gerilim ihtiyacı hesabı

Zeminin asitlik/bazlık özelliklerinin tespiti amacıyla zeminin değişiklik gösterdiği yerlerde pH-metre ile pH ölçümü yapılacaktır.

Zemin içine daldırılmış platin elektrot ile kıyas elektrodu arasında ölçülen gerilim ve zemin pH değeri kullanılarak indirgenme gerilimi hesaplanacaktır. İndirgenme gerilimi değerlerine göre korozyon yapıcılık derecesi belirlenecektir.

Bakır/bakır sülfat kıyas elektrodunun standart hidrojen elektroduna göre gerilimi 316 mV olarak alınacaktır.

İndirgenme gerilimi aşağıdaki formülle hesaplanacaktır:

$$E_i = E_{pi} + 316 + 60(pH_i - 7)$$

E_i : hesaplanan tüm indirgenme gerilim değerleri (mV)
E_{pi} : platin elektrodun kıyas elektroduna göre ölçülen gerilimi (mV)
pH_i : zeminin asitlik/bazlık derecesi

Ölçüm yapılan her bir nokta, zemin özgül direncine ve indirgenme gerilimine bağlı olarak korozyon yapıcılığı yönünden Çizelge 20'ye göre değerlendirilecektir.

Çizelge 20 : Zeminin korozyon yapıcılık durumu

İndirgenme Gerilimi (E_i) (mV)	**Zeminin Korozyon Yapıcılığı**	**Zemin Özgül Direnci (ρ_i) (ohm.cm)**	**Gerilim İhtiyacı (E_{gi}) (mV)**
< 100	kuvvetli	< 1.000	50
100 ~ 200	normal	1.000 ~ 3.000	30
200 ~ 400	orta	3.000 ~ 10.000	10
> 400	az	> 10.000	0

Ölçüm yapılan her bir nokta için zemin özgül direncinin veya indirgenme geriliminin korozyon yapıcılığına bağlı olarak Çizelge 20'den ayrı ayrı bulanan gerilim ihtiyacı değerlerinin aritmetik ortalaması (+mV), anot – boru arasındaki gerilim farkına (-mV) eklenerek yeni anot – boru arasındaki gerilim farkı (-mV) hesaplamalarda kullanılacaktır.

Gerilim ihtiyacı değerlerinin aritmetik ortalamasının "0" olduğu durumda katodik koruma yapılmayacaktır.

9.2.3. Kurbanlık anotlu sistem

Kurbanlık anotlu katodik koruma sistemi; boruya, demirden daha elektronegatif bir metal olarak magnezyum, çinko, alüminyum gibi anot bağlamak suretiyle bir galvanik hücre oluşturularak borunun katot haline getirilmesidir.

Üreticinin standart uygunluk belgesi ile magnezyum anot ve dolgu malzemesinin DSİ TAKK Dairesi Başkanlığında veya akredite bir laboratuvarda yapılan deney sonuç raporu ile magnezyum anodun kimyasal ve elektrik özelliklerini içeren sertifikası İdareye sunulacaktır.

Özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe ölçüleri, ağırlığı TS 9234'e göre Çizelge 21'de belirlenen ve kimyasal bileşimi Çizelge 22'de verilen normal tip AZ 63 veya yüksek potansiyelli magnezyum anotlar kullanılacaktır. Magnezyum anotların imalatında kesinlikle hurda malzeme kullanılmayacaktır.

Çizelge 21 : Magnezyum anot ve torbanın fiziksel özellikleri

Anot Tipi	**Anot Boyutları BxBxL (mm)**	**Anot Ağırlığı (W_{anot}) (kg)**	**Torba Boyutları dxL (mm)**	**Torba Dolgu Ağırlığı (kg)**	**Torba Ağırlığı (kg)**
Tolerans	±%3	±%5	±%3	±%5	±%3
M-1	30x30x970	1,6	130x1100	11,0	12,6
M-2	60x60x470	3,0	160x550	9,0	12,0
M-3	100x100x300	5,0	200x400	9,5	14,5
M-4	100x100x460	8,0	200x550	11,4	19,5
M-5	100x100x570	10,0	200x650	14,0	24,0
M-6	130x130x500	15,0	225x600	17,0	32,0
M-7	130x130x580	17,0	225x700	19,0	36,0
M-8	130x130x700	20,0	225x800	21,0	41,0

Çizelge 22 : Magnezyum anotların kimyasal bileşimi (%)

Alaşım Bileşeni	Ağırlıkça Oranı
Bakır	en çok % 0,02
Aluminyum	en çok % 0,05
Silisyum	en çok % 0,05
Demir	en çok % 0,03
Mangan	en çok % 0,5 ~ %1,5
Nikel	en çok % 0,002
Çinko	en çok % 0,03
Magnezyum	geriye kalan

Magnezyum anotlar etrafı dolgu malzemesi ile sarılı torba halinde teslim edilecektir. Dolgu maddesi; TS 9234'de belirtilen özellikte ve alaşımda olmak üzere, Çizelge 23'e uygun olarak ortalama özgül direnç değerleri 3.000 ohm.cm'ye kadar olan zeminlerde A tipi, 3.000 ohm.cm'nin üzerindeki zeminlerde B tipi olarak imal edilecektir.

Çizelge 23 : Dolgu maddesinin özellikleri

		Birim	A tipi	B tipi
Özgül elektrik direnci		ohm.cm	50 ~ 100	25 ~ 50
Karışım	Jips ($CaSO_4.2H_2O$)	%	70 ~ 75	25 ~ 30
	Bentonit	%	20 ~ 25	40 ~ 50
	Sodyum Sülfat (Na_2SO_4)	%	5 ~ 10	25 ~ 30

Kurbanlık anotlu sisteme göre yapılan projelendirmede sistem ömrü en az 20 yıl olacak şekilde sistemdeki anot sayısı hesaplanacaktır.

Anotun; teorik akım kapasitesi 2.200 A.saat/kg (3,94 kg/A.yıl), akım verimi % 70, kıyas elektrodu gerilimi ($Cu/CuSO_4$'e göre) 1,75 V, yoğunluk 1,74 g/cm^3, anot – boru arasındaki gerilim farkı (devre gerilimi) -850 mV olacaktır.

$$R_{anot} = \frac{\rho_{dolgu}\cdot\left(ln(\frac{4L_{anot}}{d_{anot}})\right)-1).}{2\pi L_{anot}} + \frac{\rho_{zemin}\cdot\left(ln(\frac{4L_{torba}}{d_{torba}})\right)-1).}{2\pi L_{torba}} + \rho_{bakır}\cdot\frac{L_{kablo}}{A_{kablo}}$$

R_{anot} : anodun direnci (ohm)
ρ_{dolgu} : dolgu malzemesinin özgül elektrik direnci (ohm.cm)
ρ_{zemin} : ortalama zemin özgül direnci (ohm.mm^2/m)
$\rho_{bakır}$: bakır kablonun özdirenci (0,017 ohm.mm^2/m)
L_{anot} : magnezyum anodun boyu (cm)
d_{anot} : magnezyum anodun çapı (cm)($d_{anot} = 4B/\pi$)
L_{torba} : anot torbasının boyu (cm)
d_{torba} : anot torbasının çapı (cm)
L_{kablo} : anot bağlantı kablosunun boyu (m)
A_{kablo} : anot bağlantı kablosunun kesit alanı (mm^2)

Magnezyum anot torbası anot yatağına dikey olarak yerleştirilecektir.

Bir anodun çıkış akımı aşağıdaki ifade ile hesaplanacaktır:

$$I_{anot} = \frac{|E+E_{gi}|}{R_{anot}}$$

I_{anot} : anot çıkış akımı (mA)
E : anot – boru arasındaki gerilim farkı (-mV)
E_{gi} : ilave gerilim ihtiyacı (+mV)

İki yalıtkan flanş arasındaki toplam anot sayısı:

$$n_{akım} = \frac{I_p}{I_{anot}}$$

$n_{akım}$: toplam anot sayısı (adet)
I_p : iki yalıtkan flanş arasındaki toplam koruma akımı ihtiyacı (mA)

Tasarım ömrüne göre iki yalıtkan flanş arasındaki toplam anot sayısı:

$$n_{ömür} = \frac{TÖ.I_p.T_{ak}}{W_{anot}.\eta_{anot}.f_e}$$

$n_{ömür}$: toplam anot sayısı (adet)
$TÖ$: katodik sistem tasarım ömrü (yıl)
W_{anot} : anot ağırlığı (kg)
η_{anot} : anodun verimi (%)
f_e : eksiltme katsayısı (0,85)
T_{ak} : anodun teorik akım kapasitesi (kg/A.yıl)

İki yalıtkan flanş arası için hesaplanan $n_{akım}$ ve $n_{ömür}$ değerlerinden büyük olan toplam anot sayısı olacaktır.

İki yalıtkan flanş arasındaki uzunluğun bu aralıkta hesaplanan toplam anot sayısına oranlanması ile bulunan her bir mesafede (m) bir anot bağlantısı yapılacaktır.

Anot çukuru ekseni, boru hendeği yan yüzeyinden 2 metre uzaklıkta, 2 metre derinlikte oluşturulacak, her çukura bir adet anot yerleştirilecektir. Yukarıdaki mesafenin (m) 500 metreden az olması durumda bir anot çukuruna dört adede kadar anot yerleştirilebilecektir. Çukurun dolgu malzemesi, boru gömlek malzemesi ile aynı evsafta olacaktır.

Anot çukurlarının boru güzergahı üzerindeki yeri tutanak altına alınacaktır.

Ölçü kutusu, dolgu zemin üzerine teşkil edilmeyecektir.

Yukarıdaki mesafenin (m) 125 metreden az olması durumunda toplam koruma akım ihtiyacına göre dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi ekonomik olması halinde tercih edilecektir.

9.2.4. Dış akım kaynaklı sistem

Dış akım kaynağı ile katodik koruma sistemi; bir dış doğru akım kaynağının negatif (-) ucu boruya, pozitif (+) ucu yardımcı anotlara bağlanarak borunun katot haline getirilmesi ile oluşturulacaktır.

Katodik olarak korunacak boru hattı üzerinde iki yalıtkan flanş arasında aşağıdaki hesaplama yöntemi kullanılacaktır. Yalıtkan flanşın her iki tarafının kablo ile köprülenmesi durumunda tüm boru hattı için tek hesap yapılacaktır.

Kaplama direncinin yüksek, düzgün dağılımlı, direncin boru hattı boyunca gerilim düşümünden bağımsız olduğu ve anot yatağının boru hattından uzak olduğu durumlarda;

$$\alpha = \sqrt{\frac{4.\rho_B.D}{R_s.[D^2-(D-2t)^2]}}$$

α : zayıflama sabiti (1/m)
ρ_B : borunun (çeliğin) özgül direnci ($0{,}18.10^{-6}$ ohm.m)
D : boru çapı (m)
t : boru et kalınlığı (m)
R_s : borunun kaplama direnci (ohm.m^2)

Azami koruma uzunluğu;

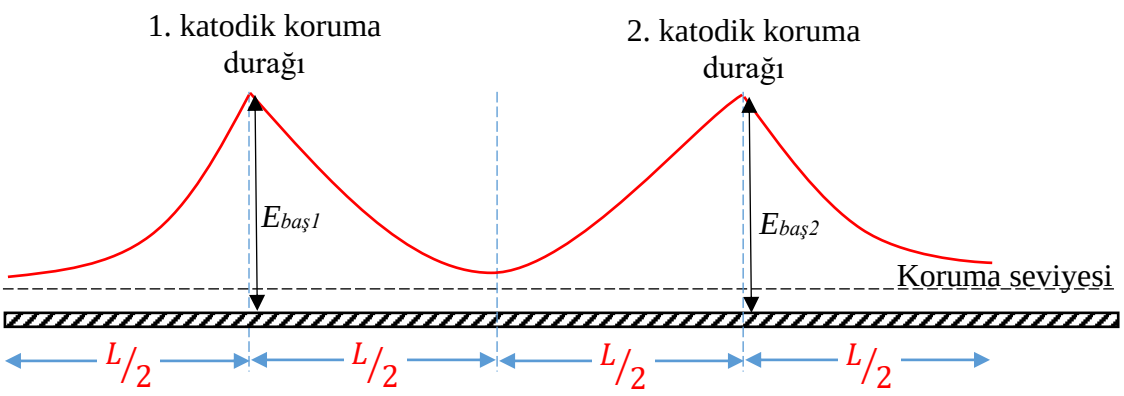
$$L = \frac{\operatorname{arccosh}(\frac{E_{baş}}{E_{son}})}{\alpha}$$

L : koruma boyu (m)
$E_{baş}$: boru hattı başındaki boru – zemin arasındaki gerilim farkı (mV)
E_{son} : boru hattı sonundaki boru – zemin arasındaki gerilim farkı (mV)

$$I_{son} = \frac{\pi.E_{son}.\sinh(\alpha.L)}{2\sqrt{\frac{\rho_B.R_s}{D^3-D(D-2t)^2}}}$$

I_{son} : boru hattının akım ihtiyacı (A)

Korunacak boru hattının toplam uzunluğundan hareketle gerekli katodik koruma durağı sayısı, hat uzunluğunun koruma boyuna oranlanması ile bulunacak, azami koruma boyunun toplam korunacak boru hattından daha kısa olması durumunda ilave katodik koruma durakları yapılacaktır.



Şekil – 20 : Boru hattı üzerindeki katodik koruma durakları

Kesintili katodik koruma uygulamasında, koruma durağı sayısı ve bunlara ait koruma uzunluğu belirlendikten sonra koruma uzunluklarına ait bölümlere ait zemin özgül dirençlerine göre ($R = E / I$) yeniden ortalama zemin özgül dirençleri hesaplanacaktır. Bu değer için bulunan koruma akım yoğunluğuna göre yeniden her bir katodik koruma durağına ait katodik koruma akım ihtiyacı, azami koruma uzunluğu hesaplanarak kontrol edilecektir.

Bu sistemde boru hattına özel T/R sistemi ile kontrollü olarak elektrik akımı uygulanacak, elektrik akımı, boru hattına anottan çıkarak korozyona neden olan elektronların dışardan verilmesini sağlayacak ve korozyon önlenecektir.

Bir akım kaynağından verilen alternatif akımı doğru akıma çeviren ve çıkış potansiyelinin de ayarlanabildiği trafo/redresör (T/R) birimi kurulacaktır. T/R birimi TS EN IEC 61439-1/AC'a uygun olacaktır.

T/R birimi AC güç kaynağı tarafından beslenecek ve;
Tek fazlı indirici transformatöre (220 V AC, 50 Hz beslemeli),
Tam dalga köprü ile bağlanmış silikon diyotlardan yapılmış redresöre,
Sabit tip 20 yıl ömürlü olduğuna ilişkin sertifikalı kıyas elektrotlarına,
Harici tesisat için uygun, toz geçirmez bir muhafaza kutusuna,
Akım ve gerilim seviyesinin ölçümü amaçlı sayısal ve analog göstergeye,
Hava soğutma sistemine,
Arıza ve ölçüm değerlerini, 4-20 mA dönüştürücü ve/veya haberleşme protokolleri ile SCADA sistemine aktarma özelliğine,
Çeşitli kaynaklardan boru üzerine gelen AC gerilim etkileşimini topraklamak üzere koruma amaçlı cihazlara ve T/R muhafazasını topraklama sistemine,
Otomatik/elle çalışma özelliğine,
Otomatik çalışma durumunda herhangi bir sorun olduğunda elle çalışma duruma geçerek çalışmaya devam edebilme özelliğine,
Gerekli tasarım gücüne göre %25'lik ilave kapasiteye; sahip olacaktır.

Enerji temini ile ilgili sorunla karşılaşılması durumunda güneş enerjisi ile beslenen dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi değerlendirilecektir. Güneş enerjisi ile çalışan dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi tercih edilecekse, sistem imalatçısı tarafından güneş kolektörü ve akülerin sorunsuz çalışacağı garanti edilen ürünler tercih edilecektir.

SCADA sisteminde T/R birimi; kıyas elektrodu anlık değeri, referans elektrodu (10 dakika, saatlik, günlük) en az, en fazla ve ortalama değerleri, anot – boru arası akım anlık değeri, anot – boru arası akım (10 dakika, saatlik, günlük) en az, en fazla ve ortalama değerleri, birim üzerindeki aşırı gerilim veya diğer uyarı bilgileri (kıyas elektrodu arıza durumu, çıkış akımı yüksekliği, anot – boru bağlantı hatası durumu, anot yatağı direnci yüksekliği, referans elektrotun çalışma sınırı dışında olduğu, sıcaklık yüksekliği, besleme gerilimnin yüksekliği/düşüklüğü, cihaz arıza durumu), çalışma durumu (otomatik/elle) verilerini aktaracaktır.

SCADA ile T/R birimi üzerinde gerilim veya diğer bilgiler girilebilecek ve/veya haberleşme protokolleri ile değiştirebilecektir.

T/R biriminin bulunduğu alanda izinsiz girişi engelleyecek tedbirler alınacak, elektrik tehlikesi uyarı levhaları yerleştirilecektir.

T/R birimi üç farklı durumda çalışacaktır:
Otomatik çalışma: girilen çıkış gerilim ve çıkış akım değerlerine göre sistemi izleyen ve kendiliğinden T/R biriminin sürekli koruma akımı sağladığı durumdur.
Elle çalışma – 1: girilen çıkış akım değerine göre T/R biriminin sürekli koruma akımı sağladığı durumdur.
Elle çalışma – 2: girilen çıkış gerilim değerine göre T/R biriminin sürekli koruma akımı sağladığı durumdur.

Giriş gerilimini çıkış akımı ve çıkış gerilimine uygun hale getirecek gerekli elektrik elemanları T/R birimi içinde yer alacaktır.

T/R birimi içinde izolasyon trafosu bulunacaktır.

T/R biriminin çıkış gerilimi 0 ~ 60 V ve çıkış akımı 0 ~ 50 A arasında olacaktır.

T/R birimi; aşırı sıcaklık korumasına sahip olacak, sıcaklığın sınır değeri geçmesi durumunda devre dışı kalacak, sıcaklığın normale dönmesi durumunda herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan kendiliğinden devreye girecektir.

T/R birimi; anot – boru arasının kısa devre olması durumunda herhangi bir hasar meydana gelmemesi için çıkış akımını kesecek, beşer dakika aralıkla toplamda üç defa akım kontrolü yapılacak, kısa devre ortadan kalkmışsa tekrar devreye girecek, kalkmamışsa çıkışı tamamen kapatacaktır.

T/R birimi üzerinde yedek kıyas elektrodu girişi bulunacaktır.

T/R biriminin muhafaza kutusu; kapalı alanda IP54, açık alanda IP65 koruma sınıfında olacak, gövdesi en az 1,5 mm, montaj plakası en az 2 mm, ana taşıyıcı iskeleti en az 2,5 mm'lik DKP saçtan imal edilecek, kapaklar ve yüzeyi önce çinko fosfat ile kaplanacak sonra RAL 7032 elektrostatik boya ile boyanacaktır. Boya kuru film kalınlığı en az 90 µm olacaktır. T/R birimi biri iç, diğeri dış olmak üzere iki kapaktan oluşacak, uygun kilit donanımı ile emniyete alınacak, özel filtreli havalandırma menfezi ile donatılacaktır. Dış kapak sadece koruma amaçlı olacak, üzerinde elektrik elemanı olmayacaktır. İç kapak üzerinde sayısal ve analog göstergeler, çalıştırma durumu değiştirme anahtarı ve uyarı ışıkları yer alacaktır. Tüm devre elemanları iç kapağın arkasındaki panoya montajlanacak şekilde muhafaza kutusu tasarlanacaktır.

T/R birimi, en az 30 cm yükseklikte beton kaide üzerine M10 galvaniz cıvata ve somun ile monte edilecek, etrafı beton kaide üzerinden en az 1 m yüksekte kalacak şekilde galvaniz tel çitle çevrilecektir. Tel çit, açık haldeki muhafaza kapaklarından 60 cm uzaklıkta olacak şekilde monte edilecek, tel çitin muhafaza kapağı tarafında dışarı yönde açılacak kapı olacak, girmeye ve rahat çalışmaya müsaade edecektir.

T/R birimi, kendi topraklama sistemi ile imal edilecektir. T/R ünitesi gövdesi 50 mm^2 NYY kablo/bakır kazık topraklama sistemi veya uygun kesitteki sıcak daldırma galvaniz kaplı kazık/levha kullanılarak en fazla 1 ohm topraklama direnci sağlanacak şekilde topraklanacaktır.

T/R biriminin 220 V AC besleme hattı 2x6 mm^2 NYY kablo ile yapılacaktır. Besleme hattı güç kabloları uygun şekilde kanal içerisine yerleştirilip kapatılacaktır.

Sistem -20 ºC ile +60 ºC çevre sıcaklığında azami çıkış gücü ile devamlı çalışabilecek şekilde tasarlanacaktır. Muhafaza kutusu içerisinde yeterli hava sirkülâsyonu sağlanabilecek kadar boş hacim olacaktır.

T/R birimi kalibrasyon raporu ve kalibrasyon talimatı, kullanım kılavuzu, tüm teknik çizim ve bilgiler dosyalanarak İdareye sunulacaktır.

Kablolar T/R biriminin terminal bloğunda doğru ve anlaşılır biçimde tanımlanacak ve etiketlenecektir. Tüm kablo hatları 50 m aralıklarla ve dönüş noktalarında kablo işaretleyici levhaları ile tanımlanacaktır. Kablo çıkışı galvaniz kaplı çelik boru içinde olacaktır. AC ve DC akım kabloları ayrı borular içerisine yerleştirilecektir.

Kablolar en az 50 cm toprak altına kazılan çukurlara yerleştirilecek, üzerine en az 5 cm kum ya da elenmiş toprak serpilecek, bunun üstüne emniyet şeridi döşenerek üstü kapatılacaktır.

T/R birimi en az iki yıl garantili olacak ve bu süre içerisinde oluşan tüm arızalar yüklenici tarafından giderilecektir

Boru hattı boyunca diğer bir elektrik akım kaynağı ile etkileşimin olup olmadığı, yol, köprü, dere, bataklık, yabancı metalik yapı vb. olup olmadığı araştırılarak anot yatağı için en uygun bölge belirlenecektir.

Anot yatağı, derin kuyu / sığ kuyu olacak şekilde en düşük dirence sahip olan zemin içerisinde ve varsa yeraltı metal yapılardan en az 100 metre uzakta bulunacaktır.

Derin kuyu anot yatağı tesis edilecek yerlerde Wenner 4 Elekrot Yöntemi ile a = 5 m, 10 m, 15 m ve 20 m'de zemin özgül direnci ölçülecek, yatay anot yatağı yapılacak noktalarda a = 1,5 m, 2 m'de zemin özgül direnci ölçülecektir.

Akımın düzgün dağılımı, güç kaynaklarına yeterli uzaklık, elektrik etkileşimin ve sonradan oluşabilecek mekanik hasarların önlenmesi, düşük dirençli çevrenin seçilmesi, yüzeysel meteorolojik faktörlerden etkilenmemesi için kazı ve inşaat faaliyetlerinden zarar görmemesi hususları dikkate alınarak anot yatağının yeri, anotların sayısı, konumu ve dağılımı tasarlanacaktır.

Anot yatağı boyutları; 0,35 kg/A.yıl değerinde bir tüketim oranı ile kablo direnci en fazla 0,2 ohm olmak üzere 2 ohm'u aşmayan bir devre direncinin elde edilmesini sağlayacak şekilde, %0,75' lik bir kullanım faktörü göz önüne alınarak T/R birimi nominal akım çıkışında 20 yıllık tasarım ömrü sağlanacak şekilde tasarlanacaktır.

Derin kuyu anot yatağı, 22 cm çapında ve en az 40 m derinlikte sondaj makinesi ile açılacak, kuyu içerisine anotlar indirilmeden önce temiz su ile yıkanacaktır. Yıkama işlemi sondaj makinesi delme ucu kuyu içinde iken yapılacaktır. Bu işlem sonucunda kuyunun kendisini taşıyıp taşıyamayacağı tespit edilmiş olacaktır.

Kuyu hazırlandıktan sonra kuyu içerisine hem fiziksel hasarı önlemek hem de gaz birikmesine müsaade etmemek için teçhiz borusu yerleştirilecektir. Anot yatağının ilk 5 metrelik kısmı anotsuz bölge olacak, normal kapalı teçhiz borusu kullanılacaktır. Geri kalan en az 35 metrelik kısım anotların yerleştirileceği bölge olacak, toplam delik açıklığı yüzey alanından % 30'dan az olan delikli teçhiz borusu kullanılacaktır.

Kuyu içi temizlendikten sonra anot zinciri havalandırma borusu ve merkezleme elemanları ve zincirin ucuna çelik bir silindir ağırlık takılarak kuyunun içerisine indirilecektir. Zincir gerdirilerek anot dizisinin merkezi bir şekilde kuyunun içene inmesi sağlanacaktır.

Derin kuyu anot yatakları içine gaz çıkışını sağlamak üzere 2 – 3 cm çapında bir delikli PVC havalandırma borusu konacaktır. Zincir halindeki anotlar boruya plastik bir kelepçe ile bağlanacak, havalandırma borusu ile anotlar, kuyuyu ortalayacak şekilde beraber kuyuya indirilecektir. Havalandırma borusunun ilk 5 metrelik kısmı deliksiz, geriye kalan en az 35 metrelik kısmı ise delikli olacak, delikler arası mesafe 15 mm olacaktır.

Merkezlenmiş anotların etrafına metalürjik kok tozu karbon dolgu malzemesi doldurulacaktır. Derin kuyu anot yatağında merkezlenmiş anotların etrafına, sığ anot yatağında ise anotların üstüne kok tozu doldurulacaktır. Kok tozu, en az %75 karbon içerecek, en fazla %5 nem muhtevasına, en fazla 50 ohm.cm elektrik direncine, 650 – 750 kg/m^3 yoğunluğa sahip olacaktır. En büyük dane çapı 16 mm, 8 mm elekten geçen dane miktarı %90, 4 mm elekten geçen dane miktarı %30 olacaktır. Su geçirmez torbalar içerisinde, 50 ± 1 kg ağırlıkta olacak, sertifikası İdareye sunulacaktır.

Sığ kuyu anot yatağı sınırları zemin üzerinde işaretleyiciler kullanılarak gösterilecektir. Anot yatağı, 2 metre derinliğinde 1 metre genişliğinde kazılacak bölgenin tabanında her bir anot için ayrı ayrı 40x40x150 cm boyutlarında, tabanı zemin seviyesinden 2 metre derinliğe ve merkezden merkeze birbirlerine 4,5 metre aralıkla açılmış anot çukurlarından oluşacaktır. Bütün anot çukurları kok tozu ile doldurulacak üzerindeki alan geri dolgu malzemesi ile kapatılacaktır.

Anot yatağı Titanyum anotlardan oluşacaktır.

Titanyum anot, en az biri soymetal grubu bir metalin oksidi ile diğeri de bir temel metalin oksidinin karışımı ile kaplanmış titanyumdan oluşacaktır.

Akım değeri 100 A/m^2 olan zemin tipi anot kullanılacak, tasarım ömrü en az 20 yıl, yoğunluğu 6 ~ 12 g/cm^3, özgül direnci 0,00001 ohm.cm olacaktır. Bu teknik özellikleri gösteren sertifika İdareye sunulacaktır.

Titanyum anotlar, derin kuyu uygulamalarında; 16,0 mm çapında 0,9 mm kalınlığında veya 25,4 mm çapında 1,1 mm kalınlığında, birinci sınıf dikişsiz, tüp olarak imal edilmiş zincirler halinde kullanılacaktır. Anotlar, anot tüp çapına uygun olarak neopren yalıtımlı EPR/CSPE tipi esnek kablo ile kuyu dışına ve T/R birimine kadar çekilecek uzunlukta olacaktır. Zincir üzerindeki anotların yüzeyleri fabrikadan montaj sahasına kadar özel kılıfla koruma altına alınacaktır.

Titanyum anotlar, sığ kuyu uygulamalarında; eni 20 mm, kalınlığı 3 mm ve boyu en az 750 mm olan titanyum şerit veya 16,0 mm çapında ve 500 mm uzunluğunda tüp olarak kullanılacaktır. Titanyum şerit anotların dış yüzeyleri metal oksit tabakası ile kaplı olduğundan başlık yapımında ve montaj esnasında bu tabakaya zarar verilmeyecektir.

Anot bağlantıları, cıvata bağlantıları ve standart kablo ek muf kullanılarak yapılacak, ayırıcı kitler plastik tipte olacak, termo-yerleşmeli reçine ile doldurulacaktır.

9.2.5. Katodik koruma sisteminin bileşenleri

Katodik koruma sistemi ve tüm destek malzemeleri için Ekipman Temin Formu hazırlanarak İdarenin onayına sunulacak ve bu form ile birlikte aşağıdaki dokümanlar İdareye verilecektir:

Katodik koruma sistemi ve beraberinde kullanılacak tüm destek malzemelerine ait teknik broşür ve kataloglar,

Katodik koruma sisteminde kullanılan tüm malzeme ve donanımların (kablo, dolgu malzemesi, ölçü kutuları ve malzemesi, termit kaynak vb.) standart uygunluk belgeleri,

Üreticinin standart uygunluk belgeleri,

Dış akım kaynaklı sistem için T/R birimi panosunun koruma sınıfını belgeleyen sertifika.

Katodik koruma sistemleri temel olarak; bağlantı kabloları, ölçü kutuları, T/R birimi ve anot yatağından meydana gelecektir.

9.2.5.1. Bağlantı kabloları

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

Kablolar projede belirlenen uzunlukta eksiz olacaktır.

Kabloların kesiti en az; gerilim izleme ve anot bağlantılarında 10 mm^2, negatif ve pozitif devrelerde 16 mm^2, akım ölçümü, eş potansiyel ve atlatma bağlantısında 25 mm^2 NYY, topraklama bağlantılarında 16 mm^2 EPR/CSPE olacaktır.

Negatif ve pozitif devrelerin elektriksel direnci 0,2 ohm'dan daha yüksek olmayacaktır.

Bağlantı kablosu, yeni döşenen boruya TS EN ISO 3834-5'e uygun olarak termit kaynağı ile izolasyonsuz boru kaynak bölgesinden birleştirilecektir.

Dolgu altındaki boruya bağlantı kablosu kaynatılmasının gerekmesi halinde; boruya ulaşılacak şekilde dolgu açıldıktan sonra boru kaplaması, kaynak potası boyutlarında, 75x75 mm veya Ø75 boyutlarında sıyrılacak, kaynak yüzeyi zımparalanarak temizlenecektir.

Her iki durumda bağlantı kablosu kılıfı 50 mm sıyrılarak temas yüzeyini artırmak için kablo damarları yassı yüzey elde edilecek şekilde ezilecek, kaynak potası yerleştirilecek, etrafı tamamen sarılacak şekilde pota macunu ile sıvanacak, özel çakmağı ile termit kaynak başlatılacaktır. Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra kaynak bölgesi ile sıyrılmış kablo damarları en az 250x250 mm boyutlarında boru kaplama malzemesi ile aynı malzeme kullanılarak tamamen kaplanacaktır. Tamir bölgesi holiday testine tabi tutulacaktır.

Kablolar en az 100 cm zemin içine gömülecektir. Kablo hendeği tabanına 10 cm kum serilecek, üzerine kablo döşenecek, kablo üzeri 10 cm kum ile kapatıldıktan sonra, üstüne emniyet şeridi döşenerek üstü geri dolgu ile kapatılacaktır.

9.2.5.2. Ölçü kutuları

Katodik koruma sisteminde, boru hattına uygulanan koruma akımlarının etkili olup olmadığının işletme süresince ölçülmesi için boru hattı boyunca yeterli sayıda ölçüm kutusu konulacaktır.

Ölçüm kutuları; boru hattı başlangıç ve bitiş noktaları ile hat boyunca arazi yapıları da dikkate alınarak en az 500, en fazla 1.000 metre mesafede bir yerleştirilecektir.

Ölçüm kutuları; zemin özgül direncinin düşük olduğu bölgelere gelecek şekilde boru hattı boyunca dağıtılacak, borunun kılıf içine alındığı bölgeler ile dere geçişlerinin her iki ucuna, komşu boru hatları ile kesişen veya paralel giden noktalara, elektriksel yalıtım noktalarına, yüksek gerilim enerji nakil hatları ile kesişen veya paralel giden noktalara yabancı boru, demiryolu vb. metalik yapı geçişlerinde kacak akımlar için önlem alınan noktalara yerleştirilecektir.

Ölçü kutuları ile anot çukuru aynı yerde teşkil edilecektir.

Ölçü kutularının boyutları bu şartname ekinde verilen değerelere göre olacak, ölçümler için ulaşılması kolay noktalar tercih edilecektir. Ölçüm kutuları; en az 70 µm kalınlığında daldırma galvaniz kaplı en az 3 mm kalınlığında sac, PE veya kompozit malzemeden imal edilecektir.

Ölçü kutularının kapak kısmı nem ve toz girmeyecek şekilde vidalı veya gömülü üçgen başlı kilitlemeli tipte olacaktır. Ölçüm kutunun yan yüzeyinden okuma yapılacak, kutunun yan yüzeyinde kabartma elektrik tehlikesi uyarı işareti ile tanıtıcı alüminyum bilgi etiketi olacaktır. Bilgi etiketinde başlangıca olan mesafe ve kutu numarası yer alacaktır.

Ölçü kutuları; şehir içi kaldırımlarında yoldan en az 2 m uzağa gelecek şekilde, 50x50x50 cm beton temel üzerine 30 cm'si toprak içerisinde kalacak şekilde yerleştirilecektir.

Her ölçü kutusu için bir bakır/bakır sülfat ($Cu/CuSO_4$) tipinde sabit kıyas elektrodu kullanılacaktır. Kıyas elektrodu anot ile aynı çukurda olmamak üzere ölçü kutusundan 2 metre uzakta ayrı bir çukura gömülecektir.

Ölçüm kutusuna gelen tüm kablolar ölçüm kutusu içindeki CTP veya PE plaka üzerinde adının yazdığı ilgili yuvaya bağlanacaktır. Kablolar üzerinde de tanımlayıcı etiketler yer alacaktır.

Ölçü kutusu içindeki ölçüm noktalarına boru ve referans elektrodu kabloları çekilecektir. Kılıf borusu, izole flanş, katodik koruma sistemi dışındaki başka bir boru hattının paralel veya çapraz geçmesi durumlarında etkileşimi ölçmek ve/veya engellemek için ölçü kutusuna diğer çelik yapı veya borudan kablo çekilecektir.

Yüksek gerilim hatlarının yakınından geçen boru hatlarında ölçü kutusuna, yüklenici tarafından tasarlanan etkileşimi ortadan kaldıracak ilave yapısal tedbirlerin (akım süzgeci vb.) izlenmesi için de kablo çekilecektir.

9.2.5.3. Çinko anotlar

Ani potansiyel yüklemelerinin zemine toprağa deşarjı için alternatif akım süzgeci (Katı Devre Polarizasyon Hücresi veya Kirk Cell Hücresi) montajı yapılacaktır. Alternatif akım süzgecindeki potasyum–hidroksit çözeltisinin soğuk ve sıcaktan etkilenmemesi için ölçüm kutusu ısı yalıtım malzemesi ile kaplı ve cihazın kontrollerinin yapılabileceği boyutlarda olacaktır. Alternatif akım süzgecinin bir ucuna boruya bağlı kablo, diğer ucuna ise topraklama sistemine bağlı kablo bağlanacaktır. Montaj işleminden sonra, boru – zemin potansiyeli, topraklama sisteminin boşalttığı alternatif akım, alternatif gerilim ölçülecek ve sistemin çalıştığı doğrulanacaktır.

Yüksek gerilim enerji nakil hatlarından dolayı boru üzerinde oluşan AC gerilimin topraklanması için çinko anotlar kullanılacaktır.

Çinko anotlar TS 9234 standardına göre imal edilmiş olacaktır. %25 jips, %50 bentonit,% 25 sodyum sülfat karışımıyla bez çuvallara doldurularak torbalanacaktır.

Anotun; teorik akım kapasitesi 820 A.saat/kg (11,5 kg/A.yıl), akım verimi % 90, kıyas elektrodu gerilimi ($Cu/CuSO_4$'e göre) 1,10 V, yoğunluk 1,74 g/cm^3, anot – boru arasındaki gerilim farkı (devre gerilimi) -500 mV olacaktır.

Özel teknik şartnamesinde aksi belirtilmedikçe ölçüleri, ağırlığı TS 9234'e göre Çizelge 24'de belirlenen anotlar kullanılacaktır.

Çizelge 24 : Çinko anodun fiziksel özellikleri

Anot Tipi	**Anot Boyutları BxBxL (mm)**	**Anot Ağırlığı (W_{anot}) (kg)**	**Anotta net çinko Ağırlığı (kg)**
Tolerans	±%3	±%5	±%5
ÇZ-1	35x35x1020	9	8
ÇZ-2	35x35x1520	13	12
ÇZ-3	51x51x1220	22	20
ÇZ-4	60x60x1220	32	30
ÇZ-5	102x102x915	67	65
ÇZ-6	10x118	Şerit, 0,35 kg/m	

9.2.5.4. Sabit tip kıyas elektrodu

Katodik koruma sisteminde boru – zemin, kılıf – zemin, yabancı boru – zemin ve anot – zemin arası gerilim farkını ölçmek için, ayrıca T/R biriminin akım kontrollü çalışmasını sağlamak için kıyas elektrodu kullanılacaktır.

Kıyas elektrodu, bakır / doygun bakır sülfat ($Cu/CuSO_4$) tipinde, özel seramik kapta, önceden torbalanarak bentonit-su karışımına daldırılmış ve en az 20 yıl kullanım ömrüne sahip olacaktır.

9.3. Katodik koruma sisteminin muayenesi

Katodik koruma sistemine ait donanımlar, Muayene ve Kabul Heyeti gözetiminde şantiye sahasında kurbanlık anotlu ve dış akım kaynaklı olmasına bağlı olarak muayene edilecektir.

Katodik koruma bileşenleri ve tesisatı üzerinde, bu şartnameye göre inşa edilmiş olduğu ve uygun yalıtım ve emniyet özelliklerine sahip olduğu, çalışanlar, insanlar ve çevre için tehlike oluşturmadığının tespiti yapılacaktır.

Tüm kontrollerin, testlerin ve incelemelerin sonuçları raporlanarak yüklenici tarafından İdareye sunulacaktır.

Yüklenici, İdareye hiçbir maliyet getirmeksizin; bakır / bakır sülfat kıyas elektrodu, Volt başına en az 1 Mohm dirence sahip olan voltmetre / potansiyometre, sıfır dengeli Meger cihazı, mikro voltmetreyi çalışır halde sahada bulundurulacak, ölçüm ve kontrol için gerekli tüm alet, ekipman ve işgücünü sağlayacaktır. Yüklenicinin en az bir teknik elemanı muayene sırasında hazır olacaktır.

Katodik koruma sistemi ilk defa çalıştırılmadan önce aşağıda belirtilen kontroller ve testler yapılacaktır.

Tüm test ve ölçümlerde şartnamede belirtilen değerlerin sağlandığı doğrulanacaktır.

9.3.1. Kurbanlık anotlu sistem muayenesi

Üretimi tamamlanmış tüm malzemeler gözle muayeneye edilecek, anot kablolarının bulunup bulunmadığı ve kablo kesitinin uygunluğu, torbalı anotların torbalarının sağlam olup olmadığı, anot yatağı dolgusunun kuru halde bulunup bulunmadığı incelenecektir.

Anot boyutları ölçülecek, ağırlığı tartılacak, şartname hükümlerine uygunluğu denetlecektir.

Her cins anottan beşer adet numune seçilerek alınacak yaklaşık 30 g'lık malzeme kimyasal analize tabi tutularak şartname hükümlerine uygunluğu denetlecektir.

Anot çekirdek direnci 0,01 ohm'dan fazla olmayacaktır.

Anot akım kapasitesinin tayini için 10 mm çap ve 30 mm boyunda silindirik bir anot numunesi üzerinde 24 saat boyunca deney yapılacak, anodun teorik akım kapasitesi bu şartname değerlerini sağlayacaktır.

Kıyas elektroduna göre sentetik deniz suyu içinde ölçülen gerilim, anot devrede iken en az 1,2 V, anot uçları açık iken en az 1,5 V olacaktır.

Anotların bulunduğu ölçüm noktalarının anot gerilimi, anot kablosu boru kablosundan ayrılmış durumdayken ölçülecek, -1.500 ile -1.750 mV arasında olduğu; boru ve anot arasındaki bağlantı yapıldıktan sonra -850 ile -1.200 mV arasında olduğu doğrulanacaktır.

Anotlardan boruya akan akımın değeri ölçülecek ve tasarım değerine uygunluğu doğrulanacaktır.

2 gün ve 15 gün sonra aynı ölçümler tekrar edilecektir.

İdare, her cins anottan beşer adet numune seçilerek yukarıdaki tespitleri yapacaktır.

Herhangi bir deney sonucunun şartname hükümlerine uygun olmaması durumunda malzemenin tamamı reddedilecektir.

9.3.2. Dış akım kaynaklı sistem muayenesi

T/R birimi, yardımcı anotlar, kablolar ve diğer destek donanımları gözle muayene edilecek, malzemeler üzerinde deformasyon, kırık, çatlak, ezik, kopuk vb. hatalar olmayacaktır. Bu gözlem sırasında ön kapak contasının uygunluğu, trafo gücü, köprü diyot akımı, sigortalar, şalterler ve diğer pano donanımlarının akım ve gerilim değerleri kontrol edilecektir.

T/R panosunun sac ve boya kalınlığı ölçülecek, boya TS EN 61439'a göre test edilecektir.

Gevşek ya da eksik vida ve somun olmadığı ve emniyetsiz bir şekilde sabitlenmiş ya da sıkıştırılmış hiçbir aksesuarının bulunmadığı,
Tüm kablo bağlantılarının sıkılığı,
Trafo ve redresör birimlerine aynı zamanda enerji verilerek çalıştığı kontrol edilecektir.

T/R birimine enerji vermeden önce boru – zemin gerilimi tüm hat boyunca ölçüm noktalarından ölçülecektir.

500 V'luk Meger cihazı ile zemine olan yalıtım direnci ölçülecek, 30^0 C'de en az 10 Mohm olduğu doğrulanacaktır.

T/R biriminden -1,5 V çıkış gerilimi altında hesaplanan katodik koruma akımının %20 fazlası 20 dakika boyunca rezistif bir yük üzerinden çekilerek sistemin çalışması gözlemlenecektir.

Akım, 48 saat boyunca kademe kademe arttırılarak en yüksek değere ulaştırılacaktır.

Otomatik ve elle çalışma durumlarında kesintili/kesintisiz çalıştırma yapılarak her durumda çalıştığı gösterilecektir.

Geçici olarak merkezi yazılım kurulacak veya yüklenici tarafından bu programın çalıştığı bir bilgisayar temin edilerek veri aktarımlarının yapıldığı gösterilecektir.

T/R biriminin uyarı ve hata sinyalleri kontrol edilecektir.

İdare tarafından onaylı imalat, güç, kumanda ve mekanik detaylarını içeren projeler üzerinden üretici tesisinde testleri yapılacaktır.

Anot yatağında;
Anot yatağı sınırlarının montaj detaylarına uygun olarak imal edildiği,
Anot yatakları ölçüm kutularının kablo bağlantılarının sıkılığı,
T/R birimine gelen anot kablosunun bağlı olduğu bağlantı noktası veya klemensten akım ve gerilim ölçümleri alınıp istenilen değerlerde olduğu kontrol edilecektir.

Anot yatağı direnç değeri ölçülerek tasarım şartlarını karşıladığı, 2 ohm'dan daha düşük olduğu doğrulanacaktır.

Yalıtım donanımları, bir voltmetre ve bir kıyas elektrodu ile kontrol edilecektir. Yalıtım noktalarında atlatma elemanı (şönt) varsa, açılarak bu kontroller gerçekleştirilecektir.

500 V'luk bir Meger cihazı ile kabloların yalıtımı,
Kabloların etiketlemelerinin doğruluğu,
Kabloların kesiti ve kabloların özelliklerinin şartnameye uygun olduğu kontrol edilecektir.

15 günlük polarizasyon sonrasında aynı ölçümler tekrar edilecek ve bu ölçümler de kaydedilecektir. T/R biriminin ayarı, gerilim seviyelerinin tasarım esnasında belirlenenden farklı olması durumunda, uygun şekilde yeniden yapılacaktır.

Katodik koruma sisteminin diğer yer altı tesislerinden / tesislerine (su boruları, metro rayları, elektrik hatları vb.) olan etkileşimi ölçülecektir. Etkileşim testleri, BS 7361'e göre yapılacaktır. Ölçüm noktalarında hiçbir etkileşim olmadığı yapılan ölçümlerle doğrulanacaktır.

Etkileşim testi öncesinde; yüklenici tarafından etkilenen tüm yapıların yerlerini gösteren uygun şekilde ölçeklendirilmiş haritalar ve çizimler, T/R biriminin etkileşim testleri sırasında çalıştırılacağı akım, T/R biriminin çalıştırılması öncesinde ve sonrasında boru – zemin arası gerilim ölçümlerine ilişkin rapor hazırlacaktır.

Etkileşim testlerinde; yabancı yapı – zemin arası ve boru – zemin arası gerilim ölçümleri T/R birimi kapalı ve enerji verilmiş durumda iken en az 3 defa ölçülecektir. Yabancı yapının herhangi bir bölümünde etkileşim kaynaklı en büyük pozitif gerilim kayması 20 mV'u aşmayacaktır. Aşması durumunda etkileşimi bertaraf etmek için ilave anot veya izole halı yerleştirecektir.

10. ATIF YAPILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR

Bu teknik şartnamade diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarihli atıflarda, yalnızca alıntı yapılan baskı geçerlidir. Tarihli olmayan dokümanlar için, atıf yapılan dokümanın (tüm tadiller dâhil) son baskısı geçerli olacaktır.

Standard numarası	Türkçe Adı	İngilizce Adı
97/23/AT	Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği	Pressure equipment
98/83/EC	AB İçmesuyu Direktifi	Council Directive on the quality of water intended for human consumption
BS 6920	Metalik olmayan ürünlerin, suyun kalitesi üzerindeki etkileri bakımından, insan tüketimi amaçlı su ile temas halinde kullanıma uygunluğunun değerlendirilmesi ve raporlanması	Suitability of non-metallic materials and products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water
BS 7361	Katodik koruma - Bölüm 1: Kara ve deniz uygulamalarına yönelik uygulama kuralları	Cathodic protection - Part 1: Code of practice for land and marine applications
TS 11348 EN 10240	Çelik borular- İç ve/veya dış koruyucu kaplamalar- Otomatik tesislerde uygulanan sıcak daldırma galvanizli kaplamalar için özellikler	Internal and/or external protective coatings for steel tubes- Specification for hot dip galvanized coatings applied in automatic plants.
TS 4363	Doğal Zeminlerin Elektrik Özgül Dirençlerinin Sahada Tayini - Wenner Dört Elektrot Metodu İle	Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method
TS 6956 EN ISO 4287	Yüzey pürüzlülüğü-Terimler- Yüzey ve yüzey parametreleri için	Surface Roughness - Terms - Surface and Its Parameters
TS 8414 EN 14163	Petrol ve doğal gaz sanayileri - Boru hattı ile taşıma sistemleri - boru hatlarının kaynak yapılması	Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems – Welding of pipelines
TS 9234	Katodik Koruma – Galvanik Anotlar	Cathodic Protection- Galvanic Anodes
TS 9341 EN 10224	Su ve diğer sulu akışkanların taşınmasında kullanılan alaşımsız çelik borular ve bağlantı elemanları	Non-alloy steel tubes and fittings for conveyance of aqueous liquids including water for human consumption
TS EN 805	Su temini - Bina dışı bileşenler ve sistemler için özellikler	Water supply- Requirements for systems and components outside buildings
TS EN 868	Plastikler ve ebonit- Batma sertliğinin durometre ile tayini (shore sertliği)	Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)

Standard numarası	Türkçe Adı	İngilizce Adı
TS EN 1092-1	Flanşlar ve bağlantıları - Borular, vanalar, bağlantı parçaları ve aksesuarları için dairesel flanşlar	Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories
TS EN 10025-1	Sıcak haddelenmiş yapı çelikleri	Hot rolled products of structural steels
TS EN 10051	Sürekli sıcak haddelenmiş, kaplanmamış çelik levha/sac ve geniş şeritlerden kesilmiş alaşımsız ve alaşımlı çelik - Boyut ve şekil toleransları	Continuously hot-rolled strip and plate/sheet cut from wide strip of non-alloy and alloy steels - Tolerances on dimensions and shape
TS EN 10204	Metalik mamuller - Muayene dokümanlarının tipleri	Metallic products - Types of inspection documents
TS EN 10216-1	Çelik borular - Dikişsiz, basınç amaçları için - Teknik teslim şartları	Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions
TS EN 10216-3	Basınç amaçları için dikişsiz çelik borular-Teknik teslim şartları-Bölüm 3: Alaşımlı ince taneli çelik borular	Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 3: Alloy fine grain steel tubes
TS EN 10217-1	Çelik borular-Kaynaklı-Basınç amaçları için-Teknik teslim şartları	Welded steel tubes for pressure purposes-Technical delivery conditions
TS EN 10217-3	Çelik borular-Kaynaklı-Basınç amaçları için-Teknik teslim şartları	Welded steel tubes for pressure purposes-Technical delivery conditions
TS EN 10253-1	Boru bağlantı elemanları- Alın kaynaklı	Butt-welding pipe fittings
TS EN 10253-2	Çelik boru ekleme parçaları - Alın kaynaklı	Butt-welding pipe fittings
TS EN 10288	Kıyıda ve kıyıdan uzaktaki boru hatlarında kullanılan çelik borular ve bağlantı parçaları- Dış yüzeyi iki tabakalı olarak ekstrüzyona tabi tutulan polietilen esaslı kaplamalar	Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External two layer extruded polyethylene based coatings
TS EN 10289	Kıyıda ve kıyıdan uzaktaki boru hatlarında kullanılan çelik borular ve bağlantı parçaları - Haricen sıvı epoksi ve değişime uğramış epoksi kaplamalar	Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External liquid applied epoxy and epoxy - modified coatings
TS EN 10290	Kıyı ve açık deniz boru hatları için çelik borular ve bağlantılar-Harici sıvı uygulanmış poliüretan ve poliüretanla işlem görmüş kaplamalar	Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External liquid applied polyurethane and polyurethane-modified coatings

Standard numarası	Türkçe Adı	İngilizce Adı
TS EN 10339	Çelik borular - Karada ve denizde döşenen boru hatlarında kullanılan - Korozyondan koruma için, sıvı uygulanan epoksi ile iç yüzey kaplaması	Steel tubes for onshore and offshore water pipelines - Internal liquid applied epoxy linings for corrosion protection
TS EN 12954	Katodik Koruma - Gömülü veya suya daldırılmış metalik yapılar için - Boru hatları için genel prensipler ve uygulama	Cathodic protection of buried or immersed metallic structures- General principles and application for pipelines
TS EN 14505	Karmaşık yapıların katodik koruması	Cathodic protection of complex structures
TS EN 16056	Metalik materyellerin etkisi - İçme ve kullanma sularında - Paslanmaz çeliklerin pasif davranışı - Değerlendirme yöntemleri	Influence of metallic materials on water intended for human consumption - Method to evaluate the passive behaviour of stainless steels
TS EN 61111	Gerilim altında çalışma - Elektriksel yalıtım kaplaması	Live working - Electrical insulating matting
TS EN IEC 61439-1/AC	Alçak gerilim anahtarlama düzeni ve kontrol düzeni panoları - Bölüm 1: Genel kurallar	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
TS EN ISO 10893-1	Çelik boruların tahribatsız muayenesi	Non-destructive testing of steel tubes
TS EN ISO 10893-8	Çelik boruların tahribatsız muayenesi	Non-destructive testing of steel tubes
TS EN ISO 10893-9	Çelik boruların tahribatsız muayenesi	Non-destructive testing of steel tubes
TS EN ISO 14001	Çevre yönetim sistemleri – Şartlar ve kullanım kılavuzu	Environmental Management Systems – Requirements With Guidance For Use
TS EN ISO 1461	Demir ve çelikten imal edilmiş malzemeler üzerine sıcak daldırmayla yapılan galvaniz kaplamalar - Özellikler ve deney metotları	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - specification and test methods
TS EN ISO 14731	Kaynak koordinasyonu -Görevler ve sorumluluklar.	Welding coordination - Tasks and responsibilities
TS EN ISO 14732	Kaynak personeli-Metalik malzemelerin tam mekanize ve otomatik ergitme kaynağı için kaynak operatörlerinin ve kaynak ayarcılarının yeterlilik sınavı	Welding personnel - Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials
TS EN ISO 148-1	Metalik malzemeler-Charpy vurma deneyi	Metallic materials - Charpy pendulum impact test
TS EN ISO 148-1	Metalik malzemeler-Charpy vurma deneyi- Bölüm 1: Deney metodu	Metallic materials - Charpy pendulum impact test - Part 1: Test method

Standard numarası	Türkçe Adı	İngilizce Adı
TS EN ISO 15257	Katodik koruma - Katodik koruma personelinin uzmanlık seviyeleri ve belgelendirilmesi	Cathodic protection - Competence levels of cathodic protection persons - Basis for certification scheme
TS EN ISO 15607	Metalik malzemeler için kaynak prosedürü şartnamesi ve vasıflandırılması	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials
TS EN ISO 15609-1	Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials
TS EN ISO 15609-2	Metal malzemeler için kaynak prosedürleri şartnamesi ve sınıflandırması	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials
TS EN ISO 21809-1	Petrol ve doğal gaz endüstrileri - Boru hattı ulaştırma sistemlerinde kullanılan gömülmüş veya sualtındaki boru hatları için dış kaplamalar	Petroleum and natural gas industries - External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems
TS EN ISO 21809-3	Petrol ve doğalgaz endüstrileri – Boru hattı iletim sistemlerinde kullanılan gömülmüş veya daldırılmış borular için dış kaplamalar – bölüm 3: saha birleşim kaplamaları	Petroleum and natural gas industries - External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems - Part 3: Field joint coatings
TS EN ISO 21920-1	Geometrik ürün özellikleri (GPS) - Yüzey yapısı: Profil - Bölüm 1: Yüzey yapısının gösterimi	Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile - Part 1: Indication of surface texture
TS EN ISO 2808	Sert metaller - Sert metaller için aşınma testleri	Hardmetals - Abrasion tests for hardmetals
TS EN ISO 4624	Boyalar ve vernikler- Yapışma için çekme deneyi	Paints and varnishes - Pull-off test for adhesion (ISO 4624:2016)
TS EN ISO 5173	Metalik malzemelerde kaynak dikişleri üzerinde tahribatlı muayeneler - Eğme deneyleri - Tadil 1	Destructive tests on welds in metallic materials - Bend tests - Amendment 1
TS EN ISO 527-3	Plastikler - Çekme mukavemetinin tayini - Bölüm 3: Film ve levhalar için deney şartları	Plastics - Determination of tensile properties - Part 3: Test conditions for films and sheets
TS EN ISO 6892-1	Metalik malzemeler - Çekme deneyi	Metallic materials - Tensile testing
TS EN ISO 8492	Metal malzemeler - Boru - Yassıltma deneyi	Metallic materials - Tube - Flattening test
TS EN ISO 8493	Metal malzemeler - Boru - Ağız genişletme deneyi	Metallic materials - Tube - Drift-expanding test

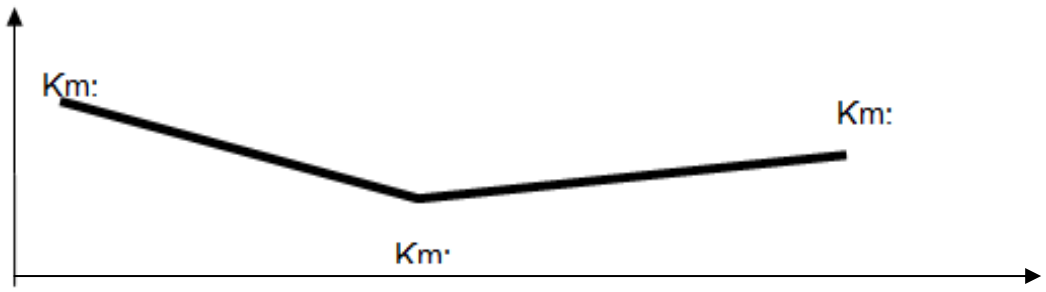
Standard numarası	Türkçe Adı	İngilizce Adı
TS EN ISO 8501-1	Çelik yüzeylerin hazırlanması - Boya ve ilgili malzemelerin uygulanmasından önce-yüzey temizliğinin gözle muayenesi Bölüm 1: Kaplanmamış çelik alt yüzeylerin önceki kaplamanın tamamen kaldırılmasından sonraki pas ve hazırlanma dereceleri	Preparation of steel substrates before application of paints and related products -Visual assessment of surface cleanliness Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates after overall removal of previous coatings
TS EN ISO 8502-3	Çelik yüzeylerin hazırlanması- Boya ve ilgili malzemelerin uygulanmasından önce yüzey temizliği değerlendirme deneyleri- Bölüm 3: Boyamak için hazırlanmış çelik yüzeyler üzerindeki tozun değerlendirilmesi (basınca duyarlı bant metodu)	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness - Part 3: Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method)
TS EN ISO 9001	Kalite yönetim sistemleri – Şartlar	Quality Management Systems-Requirements
TS EN ISO 9606-1	Kaynakçıların yeterlilik sınavı - Ergitme kaynağı	Qualification testing of welders - Fusion welding
TS EN ISO 9692-1	Kaynak ve benzer işlemler - Kaynak ağzı hazırlığı için tavsiyeler	Welding and allied processes - Types of joint preparation
TS EN ISO 9692-2	Kaynak ve benzer işlemler - Kaynak ağzı hazırlığı	Welding and allied processes
TS EN ISO 9712	Tahribatsız muayene - Tahribatsız muayene personelinin vasıflandırılması ve belgelendirilmesi	Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel
TS EN ISO/IEC 17025	Deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yetkinliği için genel gereklilikler	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
TS ISO 10474	Çelik ve çelik ürünler - Muayene dokümanı	Steel and steel products - Inspection documents
TS ISO 11484	Çelik mamuller - Tahribatsız muayene personeli için işverenin vasıflandırma sistemi	Steel products - Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT) personnel
TS ISO 45001	İş sağlığı ve güvenliği sistemleri - Şartlar ve kullanım kılavuzu	Occupational health and safety management systems -- Requirements with guidance for use
TS ISO 8573-1	Sıkıştırılmış hava	Compressed air

11. EKLER

11.1. Boru hatları deney tutanağı

SIZDIRMAZLIK DENEY TUTANAĞI

Tutanak numarası	
İdarenin adı	
Yüklenici adı	
İşin adı	
Deney yapılan kısmın;	
Hattın Adı	
Başlangıcı, km	
Bitimi, km	
Uzunluğu (m)	
Borunun imal edildiği malzemenin cinsi	
Boru üreticisinin adı	
Boru anma çapı	
Boru anma basıncı : PN	
Test basınç değeri	
Boruların kaynak şekli	
Boru ek yeri sayısı	
Su control elemanı cinsi ve sayısı	
Bağlantı parçası veya özel parçaların cinsi ve sayısı	
Manometrelerin yeri (başlangıca mesafesi), km	
En alçak noktanın yeri (başlangıca mesafesi),km	



İç basınç deneyi uygulanacak boru hattı kısmının krokisi

Süre	Tarihi	Saati	Ortam Sıcaklığı (ºC)	Su Sıcaklığı (ºC)	Okunan Basınç bar/kPa	Fark Basınç bar/kPa	Uygun	Uygun Değil	Deney Tekrarı
1- ÖN DENEY (Bekleme süresi: 1 saat)									
2- ANA BASINÇ DENEYİ (Bekleme süresi: 2 saat)									
3- SİSTEM DENEYİ (Boru hattının tamamı) (İşletme basıncında, en az 2 saat)									

ADI SOYADI	UNVANI	İMZA
Yüklenici Temsilcisi		
İdare		
İdare		

1 bar = 100 kPa, 1 N/mm^2 = 1.000 kPa = 1.000 N/m^2 = 1 MPa = 0,10 bar = 0,098 kg/cm^2

11.2. Hava sıcaklığı, bağıl nem ve çiğlenme noktası çizelgesi

		Bağıl Nem, % RH																
		20	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**
Ortam Sıcaklığı, °C	**0**																	0,0
	2,5									-4,4	-3,4	-2,4	-1,5	-0,6	0,2	1,0	1,8	2,5
	5				-9,1	-7,4	-5,9	-4,5	-3,3	-2,1	-1,1	0,0	1,0	1,9	2,7	3,5	4,3	5,0
	7,5	-14,0	-11,0	-8,9	-6,9	-5,2	-3,6	-2,2	-0,9	0,3	1,4	2,4	3,4	4,3	5,1	6,0	6,8	7,5
	10	-12,0	-9,1	-6,7	-4,7	-2,9	-1,3	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	10,0
	13	-9,8	-6,9	-4,5	-2,5	-0,7	0,9	2,4	3,7	5,0	0,1	7,2	8,2	9,2	10,1	10,9	11,7	12,5
	15	-7,7	4,8	-2,4	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2	15,0
	18	-5,6	-2,7	-0,2	1,9	3,8	5,5	7,0	8,4	9,7	10,9	12,0	13,0	14,0	15,0	15,8	16,7	17,5
	20	-3,6	-0,6	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2	20,0
	23	-1,5	1,5	4,1	6,3	8,2	10,0	11,6	13,0	14,4	15,6	16,8	17,8	18,9	19,9	20,8	21,7	22,5
	25	0,5	3,6	6,2	8,5	10,5	12,3	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1	25,0
	28	2,6	5,8	8,5	10,7	12,8	14,6	16,2	17,7	19,1	20,4	21,6	22,7	23,8	24,8	25,7	26,6	27,5
	30	4,7	7,9	10,6	13,0	15,0	16,8	18,5	20,0	21,4	22,8	24,0	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1	30,0
	33	6,7	10,0	12,8	15,1	17,2	19,1	20,8	22,4	23,8	25,1	26,4	27,5	28,6	29,7	30,7	31,6	32,5
	35	8,8	12,1	14,9	17,3	19,5	21,4	23,1	24,7	26,1	27,5	28,8	29,9	31,1	32,1	33,1	34,1	35,0
	38	10,8	14,2	17,1	19,5	21,7	23,6	25,4	27,0	28,5	29,9	31,1	32,4	33,5	34,6	35,6	36,6	37,5
	40	12,9	16,3	19,2	21,7	23,9	25,9	27,7	29,3	30,8	32,2	33,5	34,8	35,9	37,0	38,1	39,1	40,0
	43	14,9	18,4	21,4	23,9	26,2	28,2	30,0	31,6	33,2	34,6	35,9	37,2	38,3	39,5	40,5	41,5	42,5
	45	17,0	20,5	23,5	26,1	28,4	30,4	32,3	33,9	35,5	36,9	38,3	39,6	40,8	41,9	43,0	44,0	45,0
	48	19,0	22,6	25,7	28,3	30,6	32,7	34,5	36,3	37,8	39,3	40,7	42,0	43,2	44,4	45,5	46,5	47,5
	50	21,0	24,7	27,8	30,5	32,8	34,9	36,8	38,6	40,2	41,7	43,1	44,4	45,6	46,8	47,9	49,0	50,0

11.3. Kaynak yöntemi şartname formunun (Kaynak Talimatı - WPS) örneği

<table>
<tr><td colspan="15">KAYNAK TALİMATI</td></tr>
<tr><td colspan="5">Ref.N.WPS:</td><td colspan="2">Hazırlayan:</td><td colspan="6">Kontrol eden:</td><td colspan="2">Tarih:</td></tr>
<tr><td colspan="7">Ana metal:</td><td colspan="8">Kalınlık/çap:</td></tr>
<tr><td colspan="7">Kaynak hazırlığı:</td><td colspan="8">Paso yeri:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Hazırlık metodu</td><td colspan="12">Makina işleme ve/veya plazma veya alevle kesme</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Paso</td><td rowspan="2">Tel no.</td><td rowspan="2">Kaynak konumu</td><td colspan="5">Tel</td><td colspan="2">Anma akım</td><td colspan="2">Anma ark gerilimi</td><td colspan="2">Anma hızı</td></tr>
<tr><td>Büyüklük mm</td><td>Kon n.</td><td colspan="2">Kısa gösteriliş</td><td>Polarite</td><td>Flaks</td><td colspan="2">A</td><td colspan="2">V</td><td colspan="2">Mm/s</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Isı girişi[a]</td><td colspan="7"></td><td colspan="3">Ön ısıtma</td><td colspan="2">°C en az</td></tr>
<tr><td colspan="3">Isıl işlem</td><td colspan="2">Gerilim giderme</td><td colspan="5">Normalizasyon</td><td colspan="3">Pasolar arası sıcaklık</td><td colspan="2">°C en çok</td></tr>
<tr><td colspan="3">Isıtma hızı</td><td colspan="2"></td><td colspan="5"></td><td colspan="5" rowspan="6">NDT</td></tr>
<tr><td colspan="3">Bekleme sıcaklığı</td><td colspan="2"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Bekleme süresi</td><td colspan="2"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Soğutma hızı</td><td colspan="2"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="10">Çekme sıcaklığı</td></tr>
<tr><td colspan="10">Notlar</td></tr>
<tr><td colspan="10">[a] gerektiğinde</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

11.4. Kaynak prosedürü vasıflandırma kayıt formu (WPQR)

Kaynak prosedürü vasıflandırma- Deney belgesi

İmalâtçının WPQR No		Muayene elemanı veya muayene kuruluşu	
İmalâtçı		Referans No	
Adres			
Talimat / Deney standardı			
Kaynağın yapıIdığı tarih			
Vasıflandırma kapsamı			
Kaynak işlemi/işlemleri			
Birleştirme ve kaynak tipi			
Esas malzeme grup/grupları ve alt grup/grupları			
Esas malzeme kalınlığı (mm)			
Kaynak metali kalınlığı (mm)			
Kaynak kalınlığı (mm)			
Tek paso/çok paso			
Boru dış çapı (mm)			
İlâve malzeme kısa gösterilişi			
İlâve malzeme yapımı			
İlâve malzeme boyutu			
Koruyucu gazın/tozun kısa gösterilişi			
Altlık gazının kısa gösterilişi			
Kaynak akım tipi ve kutuplama			
Metal geçiş biçimi			
Isı girdisi			
Kaynak konumları			
Ön ısıtma sıcaklığı			
Pasolararası sıcaklık			
Son ısıtma			
Kaynak sonrası ısıl işlemi			
Diğer bilgiler			
Bu form, deney kaynaklarının yukarıda belirtilen talimat/deney standard şartlarına uygun olarak hazırlandığını, kaynak ediIdiğini ve deneye tâbi tutuIduğunu belgeler.			
Yer	Düzenleme tarihi	Muayene elemanı veya muayene kuruluşu	
		İsim, tarih ve imza	

11.5. Kaynak deneyi kaydı

Yer		Muayene elemanı veya muayene kuruluşu	
İmalâtçının WPS No		Hazırlama ve temizleme metodu	
İmalâtçının WPQR No		Esas metal şartnamesi	
İmalatçı		Malzeme kaInlığı (mm)	
Kaynakçının adı		Boru dış çapı (mm)	
Metal geçiş biçimi		Kaynak konumu	
Birleştirme ve kaynak tipi		Kaynak hazırlığı ayrıntıları (şema)	
Birleştirme tasarımı		Kaynak işlem sıraları	

Kaynakla ilgili ayrıntılar

Paso	Kaynak işlemi	İlave metal boyutu	Akım A	Gerilim V	Akım tipi/kutuplama	Tel sürme hızı	İlerleme hızı	Isı girdisi

İlâve metal kısa gösterilişi ve yapım:	Diğer bilgiler:
Herhangi bir özel fırınlama veya kurutma:	SaInım (en büyük paso genişIiği):
Gaz/toz: a) Koruyucu b) Altlık	Salınım (genlik, frekans, toplam süre):
Gaz akış hızı: a) Koruyucu b) Altlık	Darbeli kaynak ayrıntılar:
Tungsten elektrot tipi/boyutu:	Temas ucu/iş parçası mesafesi:
Kök açma/altIık ayrıntıları:	Plazma kaynak ayrıntıları:
Ön ısıtma sıcaklığı:	Torç açısı:
Pasolararası sıcaklık:	
Son ısıtma :	
Kaynak sonrası ısıl işlem ve/veya yaşlandırma :	
Süre, sıcaklık, metot, lsıtma ve soğutma hızları* :	
İmalatçı	**Muayene elemanı veya muayene kuruIuşu**
İsim, tarih ve imza	İsim, tarih ve imza

11.6. Kaynak deney sonuçları

İmalâtçının WPQR No :	Muayene elemanı veya muayene kuruIuşu:
Gözle muayene :	Referans No:
Penetrant/Manyetik parçacık:	Radyografi
Çekme deneyleri	Sıcaklık (^{0}C)

Tip / No	Re (N/mm^2)	Rm (N/mm^2)	% A	% Z	Kırılma yeri	Notlar

Eğme deneyleri		Mandrel çapı	Sonuçlar
Tip / No	Eğme açısı	Uzama	

Makroskopik muayene:

Vurma deneyi	Tip	Boyut	Şart	
Çentik Yeri / Yönü	Sıcaklık °C	Değerler 1 2 3	Ortalama	Notlar

Sertlik deneyleri * Tip/yük Ölçümlerin yeri (Şema*)
Esas metal :
HAZ :
Kaynak metali :
Diğer deneyler*:
Notlar:
Deneylerin hangi şartlara göre yapıIdığı :
Lâboratuvar raporu referans no:
Deney sonuçları kabuledilebilir/kabul edilmez (uygun olanı çizin)
Deneyin kimin huzurunda yapıldığı:
Gerektiğinde
.....

Muayene elemanı veya muayene kuruIuşu
İsim, tarih ve imza

1 N/mm^2 = 1.000 kPa = 1.000 kN/m^2 = 1 MPa = 0,10 bar = 0,098 kg/cm^2

11.7. Deney sonuç formu

DENEY SONUÇ FORMU							
İmalatçı Kaynak yöntemi Referans no Gözle muayene Geçer/kalır Penetran/manyetik tane deneyi Geçer/kalır				Muayene eden kişi ya da kurum Referans no. Radyografik deney[a] Geçer/kalır Ultrasonik muayene[a] Sıcaklık °C			
Çekme deneyleri							
Tip/No	Rm (MPa)	Kırılma yeri		Notlar			
Özellikler							
Eğme deneyleri Önceki çap				Makromuayene			
Tip/No	Eğme açısı	Sonuçlar					
Vurma deneyi[a] Tip		Büyüklük		Özellikler			
Çentik Yer/yön		°C sıcaklık		J Değerler J 1	2	3	Ortalama	Notlar
Sertlik deneyi[a]							
Tip/yük							
H.A.Z:							
Kaynak metali							
Ana metal							
Diğer deneyler							
Notlar							
Deneylerin hangi özelliklere uygun olarak yapıldığı							
Muayene eden kişi ya da kurum							
Laboratuvar raporu referans vs.							
Deney sonuçları kabul edildi/kabul edilmedi (uygun olan silinir)							
Deneyin kimin nezaretinde yapıldığı							
Adı	İmza	Tarih					
[a] gerekiyorsa							

1 N/mm^2 = 1.000 kPa = 1.000 kN/m^2 = 1 MPa = 0,10 bar = 0,098 kg/cm^2

11.8. Boru deney formları

ÇELİK BORU MUAYENE VE DENEYLERİ (TS EN 10217-1)																			
İŞİN ADI								İŞİN YERİ										TARİH	
ÇELİK KALİTESİ		ÇELİK STANDARDI		İMALAT ŞEKLİ		İÇ/DIŞ KAPLAMA		ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAPI		MALZEME SERTİFİKASI			KAYNAKÇI BELGESİ		NDT UZMANI BELGESİ	3.1 BELGESİ	KAYNAK PLANI	ISIL İŞLEM BELGESİ	MİKTAR

SIRA NO	Boru No	Döküm Analizi	Mamül Analizi (TR2)	Et Kalınlığı Ölçümü	Ana Metal Çekme Deneyi	Kaynak Dikişine Dik Çekme Deneyi D >508	Kaynak Dikişine Dik Çekme Deneyi 219,1< D ≤508	Kaynak Eğme Deneyi (SAW)	VURMA DENEYİ		Gözle Muayene	Kaynak NDT		BANT EKİ NDT SAWH TR2	Boyut Muayenesi	SIZDIRMAZLIK TESTİ	YASSILTMA/AĞIZ GENİŞLETME DENEYİ	SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
									"0" Derecede	"-10" Derecede (Uzunlamasına)		ULTRASONOGRAFİ	RADYOGRAFİ			70 bar Deney basıncı veya P=20XSXT/D hesaplanır En az 10 Saniye (Hangisi düşük ise)	D< 600 ve T/D≤ 0,15 ancak T≤ 40 için yassıltma veya D≤ 150 ve T≤10 Ağız genişletme Deneyi (EW ve HFW için)	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		

Ölçüler mm'dir

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ALAŞIMLI İNCE TANELİ ÇELİK BORULAR MUAYENE VE DENEYLERİ (TS EN 10217-3)																										
İŞİN ADI											İŞİN YERİ												TARİH			
ÇELİK KALİTESİ		ÇELİK STANDARDI		İMALAT ŞEKLİ		İÇ/DIŞ KAPLAMA		ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAP		MALZEME SERTİFİKASI	KAYNAKÇI BELGESİ			3.1 BELGESİ			NDT UZMANI BELGESİ					KAYNAK PLANI		ISIL İŞLEM BELGESİ	BORU MİKTARI
				EW/HFW/SAW																						
SIRA NO	Boru No	Malzeme tanımı	Döküm analizi	Mamül analizi (OP)	Gövdedeet kalınlığı ölçümü	Ana metal çekme deneyi	Yüksek sıcaklık çekme deneyi	Kaynak çekme deneyi D > 508 (SAW,HFW)	D> 600 ve T/D≤ 0,15 ve T≤ 40 için yassıltma veya D> 150 HFW için halka çekme deneyi	D≤ 150 ve T≤ 10 için ağız genişletme veya D≤114,3 ve T ≤12,5 HFW için halka genişletme deneyi		VURMA DENEYİ		Kaynak eğme deneyi (SAW)	KAYNAK NDT			HFW NDT			SAW NDT		kontrolü	Gözle muayene/ İşaretleme	Boyut Muayenesi	SIZDIRMAZLIK TESTİ	SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
												Ana malzeme üzerine	SAW kaynak üzerine		SAW ve HFW boru	SAW bant eki	HFW boru	Kaynak ve boru uzunlamasına kusur tespiti	Boruların enine kusur	Laminasyon kusur tespiti	Ana malzeme laminasyon	Boru uçları laminasyon				70 bar Deney basıncı veya P=20XSXT/D hesaplanır En az 10 Saniye (Hangisi düşük ise)	
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
16																											
MUAYENE BELGESİ		ÇELİK SERTİFİKASI		KAPLAMA SERTİFİKASI		NDT PERSONEL SERTİFİKASI		KAPLAMA DENEY RAPORLARI	ISIL İŞLEM RAPORU		NDT RAPORLARI	İÇ/DIŞ KAPLAMA DENEY RAPORLARI					KAPLAMA UZMAN BELGESİ				FABRİKA TEST RAPORLARI					KALİTE PLANI	
BAŞKAN						ÜYE					ÜYE						İMALATÇI									YÜKLENİCİ

ÇELİK BORU BOYUT TOLERANSLARI (TS EN 10217-1)						
İŞİN ADI		İŞİN YERİ		TARİH		

ÇELİK ADI	ÇELİK STANDARDI	BORU İMALAT ŞEKLİ	ET KALINLIĞI (t)	DIŞ ÇAPI (D)	İÇ/DIŞ KAPLAMA CİNSİ	ORTAM SICAKLIĞI	CİHAZ KALİBRASYONLARI	BORU MİKTARI

SIRA NO	DIŞ ÇAP			ET KALINLIĞI				KAYNAK DİKİŞİ YÜKSEKLİĞİ								RADY.		BORU UZUNLUĞU				BORU OVALLİĞİ			DOĞRU SALLIK		BORU UCU		KÜTLE	SONUÇ
	D ≤ 219,1	D > 219,1	HER ÇAP	w ≤ 1200	1200 < w ≤ 1500	1500 < w ≤ 1800	w > 1800	TR1		TR2		SAW				t ≤ 12,5	t > 12,5	L 6000	L 8000	L 12000	L 13500	D ≤ 406,4	D > 406,4				Boru uç açısı	Boru uç alın yüksekliği	M=0,02466.(D-t).t	
	EW / HFW	EW / HFW	SAW					EW/HFW				t ≤ 12,5		t > 12,5				D < 406,4				-	D/t ≤100	D/t >100						
	± % 1 veya ± 0,5 hangisi küçükse	± % 0,25 veya ± 3 hangisi küçükse	± % 0,25 veya ± 3 hangisi küçükse					DIŞ	İÇ	DIŞ	İÇ	İÇ	DIŞ	İÇ	DIŞ			+50 - 0					En fazla 0,02x D	En fazla 0,03XD	L boyda	1 m de				
								Traşlanmış	1,5	Traşlanmış	Traşlı (0) veya 0.5+0,05t	3	3	4	4	1,6	0.125t (En çok)	D ≥ 406,4							0,0015L	3 mm	30^0 +5 -0	2,0 -0,4 +0,4	(kg)	
																		+50 - 0													
Min																															
Mak																															
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															

NOT: Değerler mm cinsindendir.

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

11.9. Kaplama deney formları

ÇELİK BORU DIŞ EPOKSİ KAPLAMA DENEYLERİ (TS EN 10289)																
İŞİN ADI							İŞİN YERİ							TARİH		
KAPLAMA MARKASI			KAPLAMA UYGULAMA TALİMATI		KAPLAMA TEKNİK BİLGİ FÖYÜ		FABRİKA TEST RAPORLARI		TİP TEST RAPORLARI		DENETİM UZMANI BELGESİ			KAPLAMA BİLEŞENLERİ		KAPLAMA RENGİ
SIRA NO	Boru No	Kaplama kalınlığı en az 600 µm	Shore sertliği	Görünüm, devamlılık, İşaretleme	Uclarda kaplamasız uzunluk 150±20mm	Holiday Testi	Darbe dayanımı	Yapışma deneyi Pull-Off	Yapışma deneyi X- Cut	Katodik ayrışma deneyi	Elektriksel yalıtım direnci	Musluk suyu sonrası yapışma deneyi	İze dayanım deneyi	Termal yaşlandırma	Kızılötesi tarama	SONUÇ
		EK-A	10289	10289	10289	EK-B	EK-C	11 MPa	EK-D	EK-E	EK-F	EK-G	EK-H	EK-J	10289	X / √
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
NOT: EK-D,E,F,G,H,J ve KIZILÖTESİ TARAMA TESTLERİ TİP TESTLER OLUP AKREDİTE LABORATUVAR SONUÇLARINA BAKILACAKTIR.																

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ÇELİK BORU İÇ EPOKSİ KAPLAMA DENEYLERİ (TS EN 10339)										
İŞİN ADI					İŞİN YERİ				TARİH	
KAPLAMA MARKASI		KAPLAMA TEKNİK BİLGİ FÖYÜ		KAPLAMA UYGULAMA TALİMATI		KAPLAMA BİLEŞENLERİ	İÇMESUYU UYGUNLUK BELGESİ	DENETİM UZMANI BELGESİ	TİP TEST RAPORLARI	FABRİKA TEST RAPORLARI
SIRA NO	Boru No	Kaplamanın görünüm ve sürekliliği	Kaplama kalınlığı Min. 500 µm	Uçlarda kaplamasız uzunluk 100 ±10 mm	Gözeneksizlik (Holiday Testi)	Yapışma deneyi Pull-Off 11 MPa	Adezyon Yapışma deneyi X- Cut	Buchholz çentik deneyi ile sertlik ölçümü	İşaretleme	SONUÇ
		TS EN 10339	TS EN 10339	Şartname	TS EN 10339	Şartname	TS EN 10339	TS EN 10339	Şartname	X / √
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ÇELİK BORU POLİETİLEN (HDPE) VE POLİPROPİLEN (PP) KAPLAMA DENEYLERİ (TS EN ISO 21809-1)					
İŞİN ADI		İŞİN YERİ		TARİH	

KAPLAMA MARKASI	KAPLAMA TEKNİK BİLGİ FÖYÜ	KAPLAMA UYGULAMA TALİMATI	KAPLAMA BİLEŞENLERİ	FABRİKA TEST RAPORLARI	KAPLAMA DENETİM UZMANI BELGESİ	TİP TEST RAPORLARI	KAPLAMA RENGİ

SIRA NO	Boru No Seri no	KAPLAMA ÜZERİNDEKİ DENEYLER											HDPE/PP MALZEMEDEKİ DENEYLER						SONUÇ
		Görünüm, Süreklilik, İşaretleme, Boru uçları (150±20)	Kaplama kalınlığı Şartname Çizelge 9	Holiday Testi	Soyulma Dayanımı	Darbe Dayanımı	Girinti/ İz derinliği Testi	Katodik ayrışma deneyi	Esneklik Testi	Sıcak suya daldırma testi	Eriyik akış hızı MFR %	Uzama Testi %	Sertlik (Shore D) HDPE PP	Akma dayanımı MPa HDPE PP	Oksidasyon indüksiyon süresi (dakika)	Uzama Testi % HDPE PP	Yoğunluk gr/cm^3 HDPE PP	UV dayanımı ve Eriyik akış hızı MFR %	
		21809-1	EK-A	EK-B	EK-C	EK-E	EK-F	EK-H	EK-I	EK-M	≥ 35	≥ 600	≥ 55 ≥ 60	≥ 15 ≥ 20	≥ 30	≥ 600 ≥ 400	≥ 0,930 ≥ 0,890	≥ 35	X / √
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
12																			
13																			
14																			
15																			

NOT: EK-D, G, J, K, N ve EK-C, F, H, I, M TİP TESTLERİ İLE HDPE VE PP MALZEME DENEYLERİNİN AKREDİTE LABORATUVAR SONUÇLARINA BAKILACAKTIR.

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ÇELİK BORU POLİÜRETAN KAPLAMA DENEYLERİ (TS EN 10290)					
İŞİN ADI		İŞİN YERİ		TARİH	

KAPLAMA MARKASI	KAPLAMA BİLGİ FORMU	KAPLAMA UYGULAMA TALİMATI	KAPLAMA BİLEŞENLERİ	FABRİKA TEST RAPORLARI	TİP TEST RAPORLARI	KAPLAMA DENETİM UZMANI BELGESİ	KAPLAMA RENGİ

SIRA NO	Boru No Seri no	Kaplama kalınlığı Min. 1500 µm	Shore sertliği D	Görünüm, Süreklilik, İşaretleme	Kaplamasız uçlar 150±20 100±10 mm	Holiday testi	Darbe dayanım testi	Yapışma testi Kaldırma direnci (X-Cut)	Yapışma testi Çekip kaldırma direnci Pull-Off)	Katodik ayrışma deneyi	Elektriksel yalıtım direnci testi	Musluk suyu sonrası yapışma testi	İze dayanım testi	Termal yaşlandırma testi	Esneklik testi	Uzama Testi	Kızılötesi tarama testi	SONUÇ
		EK-A	10290	10290	10290	EK-B	EK-C	EK-D	12 MPa	EK-E	EK-F	EK-G	EK-H	EK-J	EK-K	min.% 10	10290	X / √
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		

NOT:EK-D, E, F, G, H, J, K, UZAMA ve KIZILÖTESİ TARAMA TESTLERİ BAĞIMSIZ AKREDİTE LABORATUVARLARDA YAPTIRILARAK BELGELENDİRİLECEKTİR.

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ÇELİK BORU İÇ/DIŞ GALVANİZ KAPLAMA DENEYLERİ (TS 11348 EN 10240)							
İŞİN ADI		İŞİN YERİ		TARİH			
KAPLAMA MARKASI	KAPLAMA TEKNİK BİLGİ FÖYÜ	KAPLAMA UYGULAMA TALİMATI	KAPLAMA BİLEŞENLERİ	İÇMESUYU UYGUNLUK BELGESİ	DENETİM UZMANI BELGESİ	TİP TEST RAPORLARI	FABRİKA TEST RAPORLARI

SIRA NO	Boru No	Gözle Muayene, Kaplamanın Görünümü ve Sürekliliği	Kaplama Kalitesi, İç Yüzey Muayenesi	Lokal Kaplama Kalınlığı			Yapışma Deneyi		Kimyasal Analiz	İşaretleme	SONUÇ
				Manyetik Yöntem	Gravimetrik Yöntem	Metalografik Yöntem	Yassıltma Deneyi	Eğme Deneyi			
		Şartname	TS 11348 EN 10240	TS 11348 EN 10240	TS 11348 EN 10240	TS 11348 EN 10240	TS 11348 EN 10240		TS 11348 EN 10240	TS 11348 EN 10240	X / √
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

11.10. Bağlantı parçası deney formları

ÇELİK BORU BAĞLANTI PARÇALARI MUAYENE VE DENEYLERİ (TS 2649)					
İŞİN ADI		İŞİN YERİ		TARİH	

ÇELİK KALİTESİ	STANDARDI	İMALAT ŞEKLİ	İÇ/DIŞ KAPLAMA	ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAPI	KAYNAKÇI BELGESİ	3.1 BELGESİ	NDT UZMAN BELGESİ	ISIL İŞLEM RAPORU	MİKTAR

SIRA NO	Bağlantı Parçası Seri No	Bağlantı Parçası Tipi	BAĞLANTI ŞEKLİ			KAYNAK AĞIZLI BAĞLANTI								Çekme Deneyi	Gözle Muayene	Boyut Muayenesi	Flanş boyut ve toleransları TS 1759-1 TS EN 1092-1	DIŞ ÇAP		ET KALINLIĞI			Hidrostatik Test 1,5 PFA	İç ve Dış kaplama deneyleri	İşaretleme	SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
			Flanşlı	Alın Kaynaklı	Vidalı	90^0 Yekpare Dirsek	Kaynaklı T Parçası	Yekpare T Parçası	Kaynaklı Çatal	Kaynaklı T Redüksiyon	Yekpare T Redüksiyon	Eş Eksenli Redüksiyon	Kaçık Eksenli Redüksiyon					DN ≤ 200 için ± 0,01D (0,5 mm'den küçük olamaz)	DN > 200 için ± 0,005D	3 mm ≤ T için +0,30,-0,25 mm	3-10 mm için +0,45, -0,30 mm	t > 10 mm için + 0,80 , -0,50 mm				
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ÇELİK BORU BAĞLANTI PARÇALARI MUAYENE VE DENEYLERİ (TS 9341 EN 10224)			
İŞİN ADI	İŞİN YERİ		TARİH

ÇELİK KALİTESİ	ÇELİK STANDARDI	İMALAT ŞEKLİ	ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAPI	İÇ/DIŞ KAPLAMA	KAYNAKÇI BELGESİ	3.1 BELGESİ	NDT UZMANI BELGESİ	ISIL İŞLEM RAPORU	MİKTARI

SIRA NO	Seri No	VT Gözle Muayene	Dirsek		T Elemanı		Bağlantı Şekli		Döküm Analizi	Parça Analizi	Ana Metal Çekme Deneyi	Kaynak Eğme Deneyi	Boyut Muayenesi	Boyut Tolerans ları	Kaynak NDT		Dikişsiz Bağlantı Parçası				Hidrostatik Test 1,5 PFA	İç ve Dış kaplama deneyleri	İşaretleme	SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
			Yekpare	Parçalı- kaynaklı	Yekpare	Parçalı- kaynaklı	Alın Kaynaklı	Flanşlı							UT	RT	PT TS EN ISO 3452-1	MT TS EN ISO 17638	UT TS EN ISO 17640	RT TS EN ISO 17636-1				
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	YÜKLENİCİ	ÜRETİCİ

ALAŞIMSIZ BAĞLANTI PARÇALARI MUAYENE VE DENEYLERİ (TS EN 10253-1)																			
İŞİN ADI										İŞİN YERİ								TARİH	
ÇELİK KALİTESİ		ÇELİK STANDARDI		İMALAT ŞEKLİ				ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAPI	İÇ/DIŞ KAPLAMA	KAYNAKÇI BELGESİ	NDT UZMANI BELGESİ			3.1 BELGELERİ	ISIL IŞLEM RAPORU			MİKTARI
SIRA NO	Seri No	VT Gözle Muayene	İMALAT ŞEKLİ		BAĞLANTI PARÇASI			Döküm Analizi	Çekme deneyi D>114,3	Sertlik D≤ 114,3	Boyutsal muayene (Boyut, Toleransalar)	KAYNAK NDT (Kaynaklı)	İç ve Dış Kaplama Muayene ve Deneyleri		İşaretleme	BAŞLANGIÇ MALZEMESİ				SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
			SOĞUK ŞEKİLLENDİRME	SICAK ŞEKİLLENDİRME	DİRSEK	T PARÇASI	REDÜKSİYON									KAYNAKSIZ BORU	KAYNAKLI BORU	PLAKA VEYA ŞERİT	DÖVME/ŞEKİLLENDİRME	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	İMALATÇI	YÜKLENİCİ

ALAŞIMSIZ VE ALAŞIMLI BAĞLANTI PARÇALARI ÖZEL MUAYENE VE DENEYLERİ (TS EN 10253-2)							
İŞİN ADI		İŞİN YERİ				TARİH	

ÇELİK ADI	ÇELİK STANDARDI	İMALALAT TİPİ	ET KALINLIĞI	DIŞ ÇAP	İÇ/DIŞ KAPLAMA CİNSİ	KAYNAKÇI BELGESİ	NDT UZMANI BELGESİ	3.1 BELGELERİ	ISIL İŞLEM RAPORU	MİKTAR

SIRA NO	Seri No	Bağlantı parçası tipi (dirsek, T-parçası, resüksiyon, ..)	Malzeme tanımı (Alaşımlı çelikler)	Döküm analizi	Malzeme analizi	Çekme deney D≥114,3	Kaynak çekme deneyi D≥219,1	Kaynak eğme deneyi	Sertlik deneyi D<114,3	DARBE TESTİ		İç ve Dış Kaplama Muayene Deneyleri	TS EN 10253-2		KAYNAK NDT			OPSİYONEL		DİRSEK TİPİ		BAŞLANGIÇ MALZEMESİ				SONUÇ (UYGUN/ UYGUN DEĞİL)
										Gövde D≥114,3	Kaynak D≥219,1		Boyut ve toleranslar	Gözle muayene ve işaretleme	Kaynaklı bağlantı parçası	Soğuk şekillendirme T-PARÇASI	Levha/şerit laminasyon kontrolü	Yüksek sıcaklık çekme deneyi	Isıdan etkilenen bölge darbe testi	A- TİPİ DİRSEK	B- TİPİ DİRSEK	KAYNAKSIZ BORU	KAYNAKLI BORU	PLAKA VEYA ŞERİT	DÖVME / ŞEKİLLENDİRME	
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										

BAŞKAN	ÜYE	ÜYE	İMALATÇI	YÜKLENİCİ

11.11. Katodik koruma saha ölçüm tutanağı

KATODİK KORUMA SAHA ÖLÇÜM TUTANAĞI

Tutanak tarihi	
Tutanak numarası	
İdarenin adı	
Yüklenici adı	
İşin adı	
Tutanağın konusu	… hattı boyunca yapılan katodik koruma saha ölçümleri

Ölçüm No	Başlangıç Noktasına Uzaklık (km:0+000)	Ölçüm Koordinatı (X ; Y)	Meger ile Ölçülen Direnç (R_i) (ohm)	Ölçülen pH Değeri	Platin Elektrot Gerilim Ölçümü (E_{pi}) (mV)	Açıklama
1						
2						
3						
4						
…						

ADI SOYADI	UNVANI	İMZA
Yüklenici Temsilcisi		
İdare		
İdare		

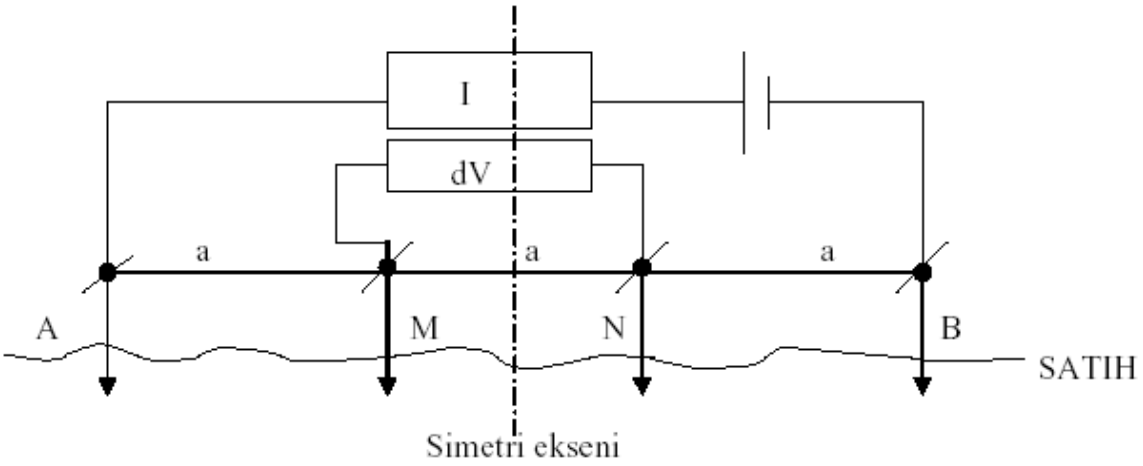
11.12. Wenner 4 elekrot ölçüm yöntemi

Zemin özgül direncinin ölçülmesi; gerilim farkının ve akımın ölçülmesi prensibine dayanan TS 4363'e göre Wenner 4 Elektrot Yöntemi ile yapılacaktır.

Sistemde bir hat boyunca eşit aralıklarla dizilen dört elektrottan dışta bulunan ikisi (Şekil-3'e göre A, B) akım, içte bulunan ikisi (Şekil-3'e göre M, N) gerilim elektrodu olarak kullanılır.

Simetri ekseni, boru döşeme ekseni olmak üzere elektrotlar en az 20 cm derinliğine ve döşeme eksenine dik doğrultuda (a) ara mesafede bir çakılacaktır.

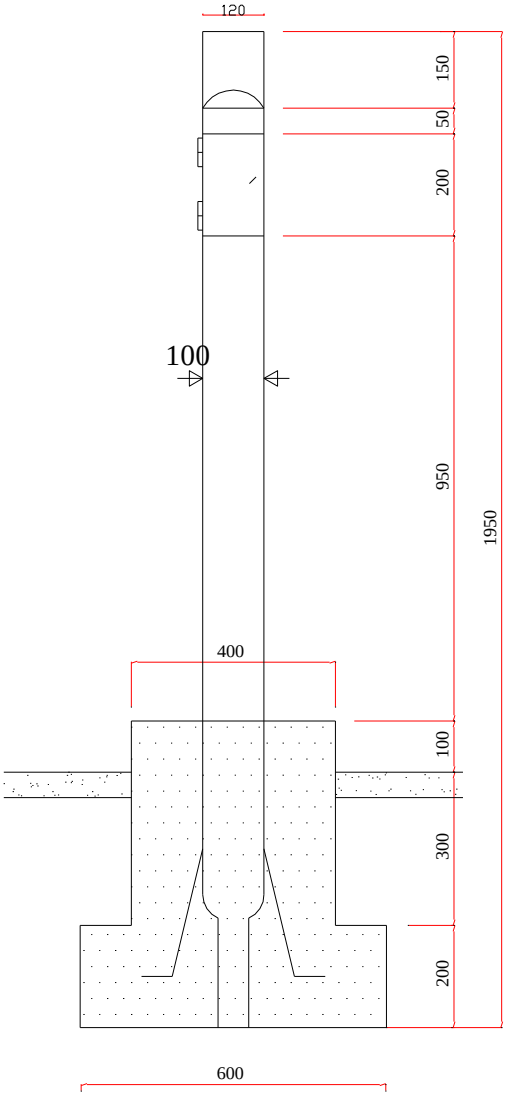
Ölçüm yapılan gerilim, a değerinin 0,75 katı derinliğe kadar olan zemin hakkında bilgi verecektir.

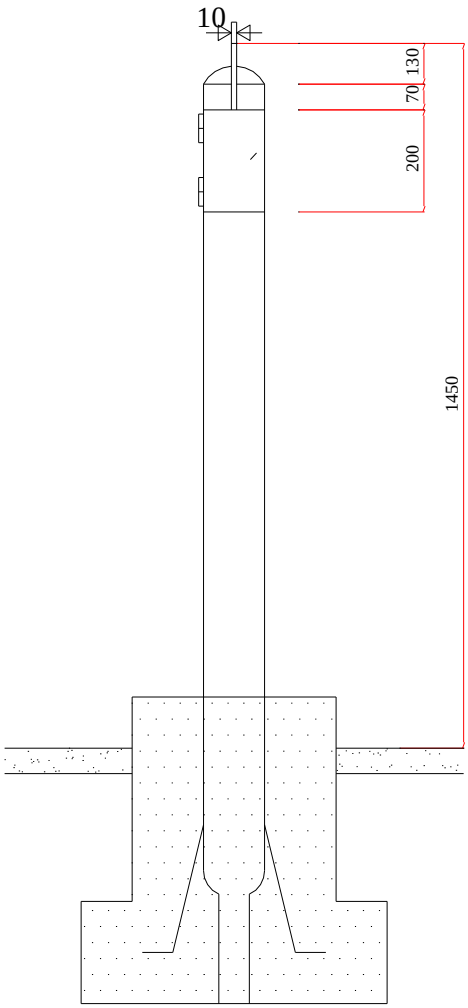


Şekil-E.1: Wenner 4 yöntemine göre elektrot yerleşimi

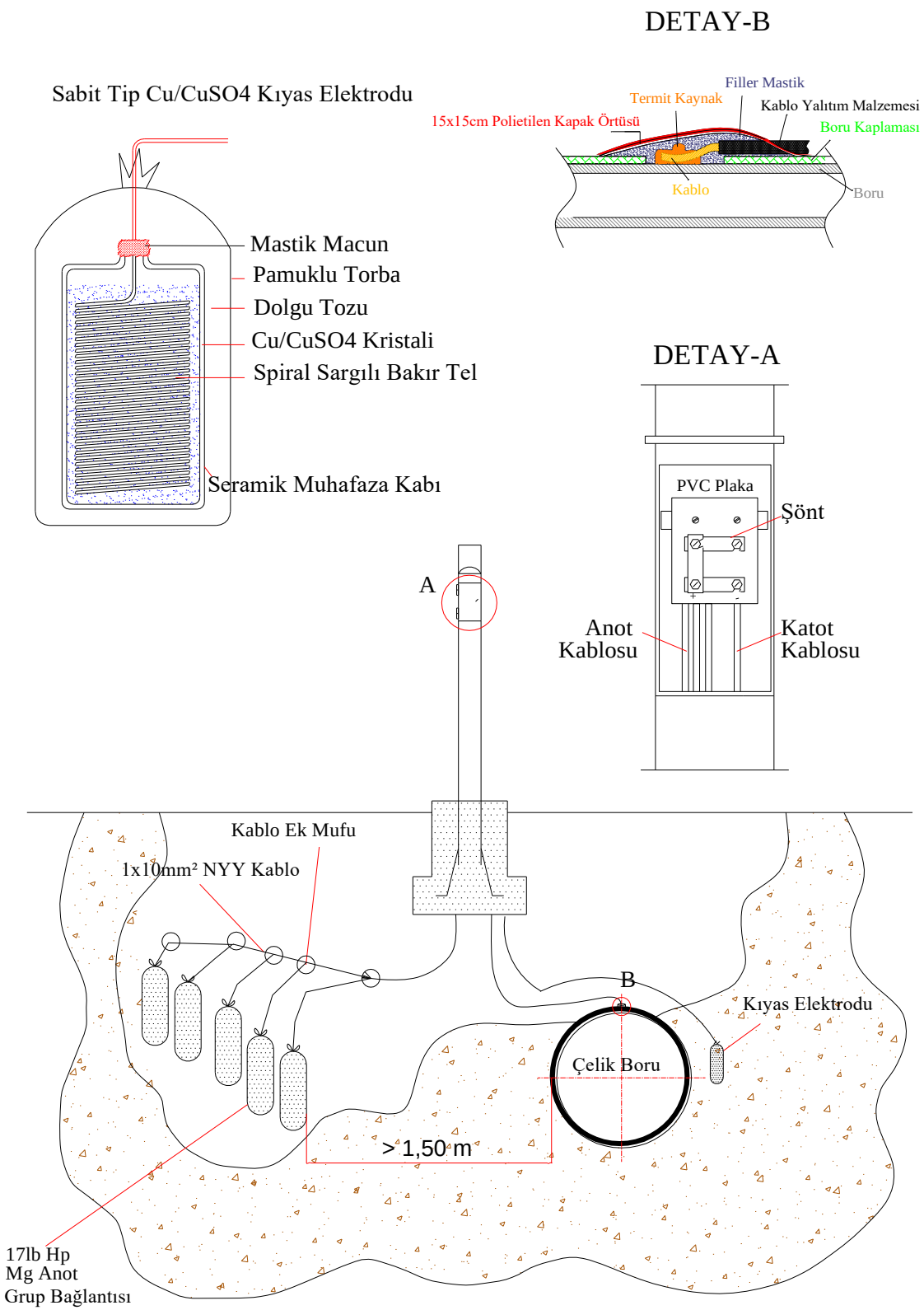
Bu bağlantılar oluşturulduktan sonra; Meger cihazından doğrudan direnç değeri (R) okunacaktır.

11.13. Katodik koruma ölçü kutusu boyutları



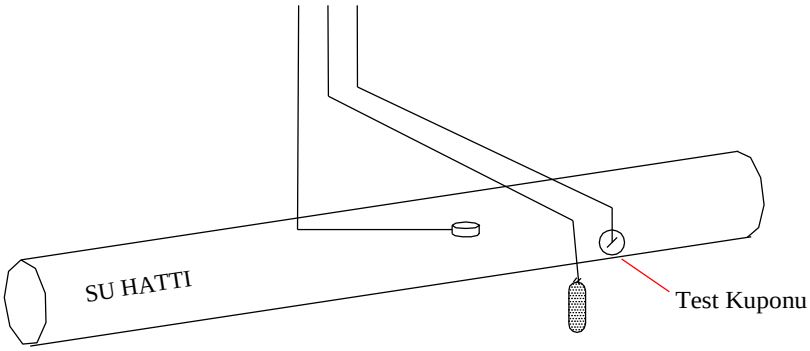


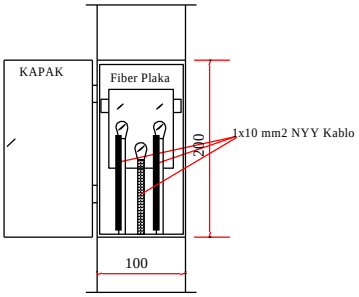
11.14. Katodik koruma temel bağlantı detayları



11.15. Katodik koruma ölçü kutusu bağlantı tipleri

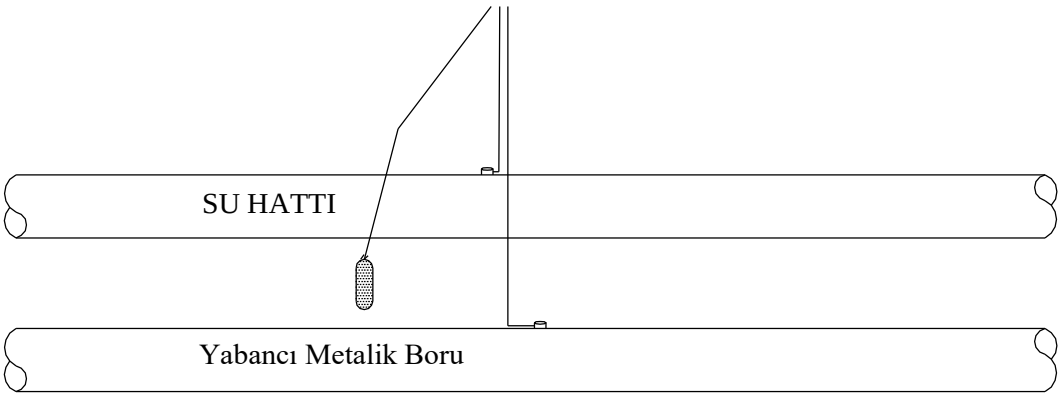
Standart Test Noktası (STP) Bağlantısı



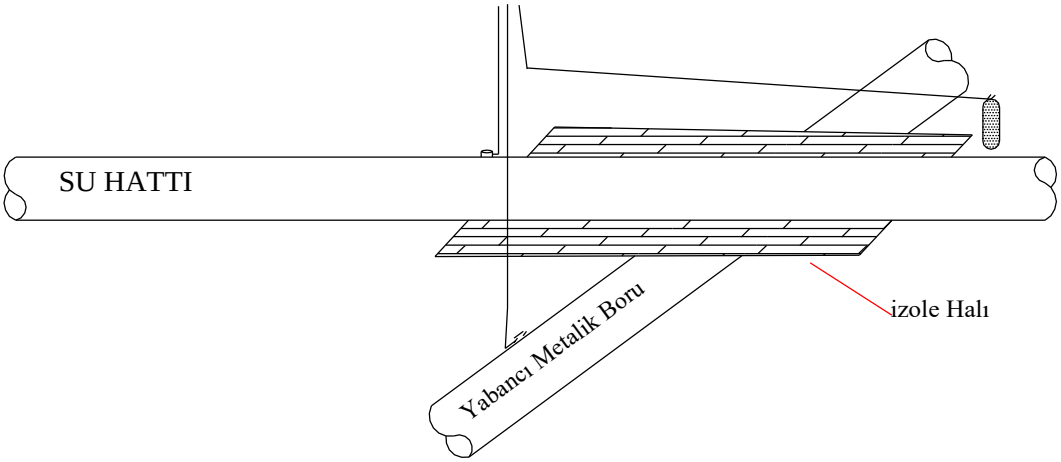


KAPAK DETAYI

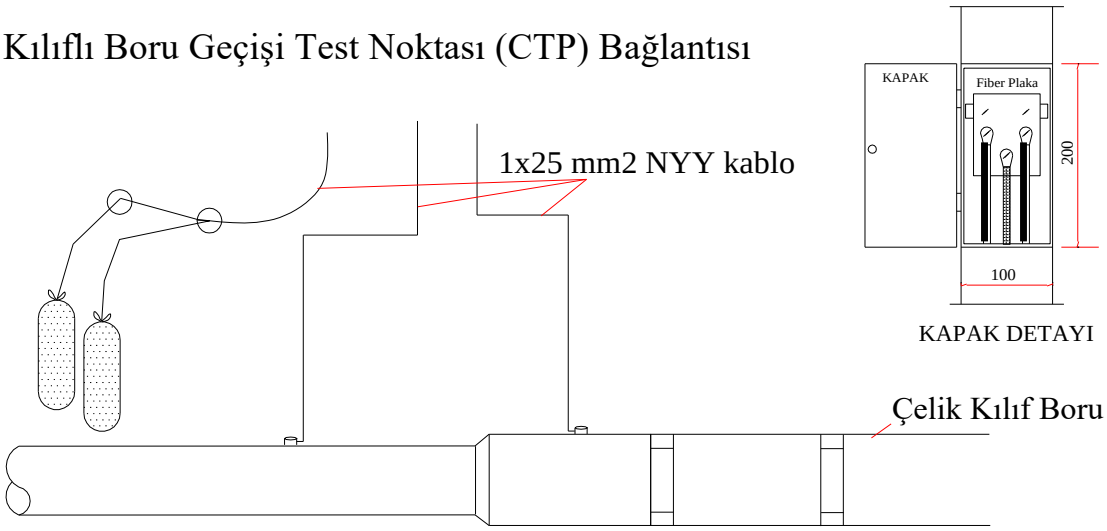
Eşpotansiyel Test Noktası (ETP) Bağlantısı (Paralel)



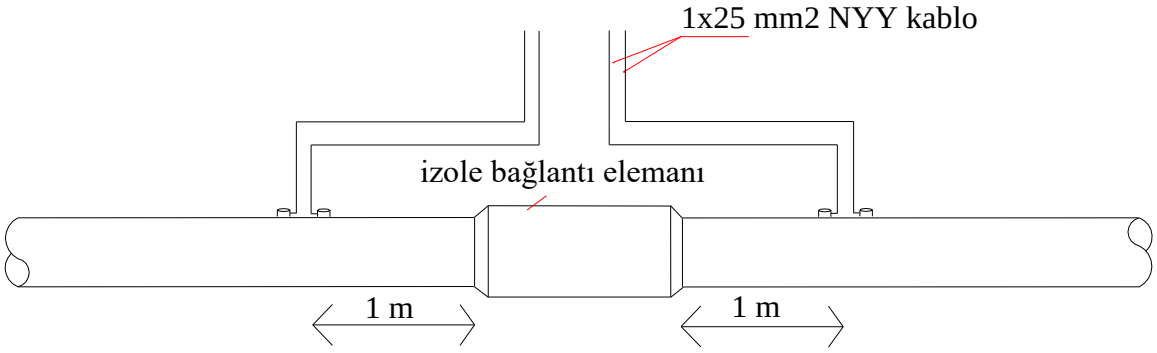
Eşpotansiyel Test Noktası (ETP) Bağlantısı (Çapraz)



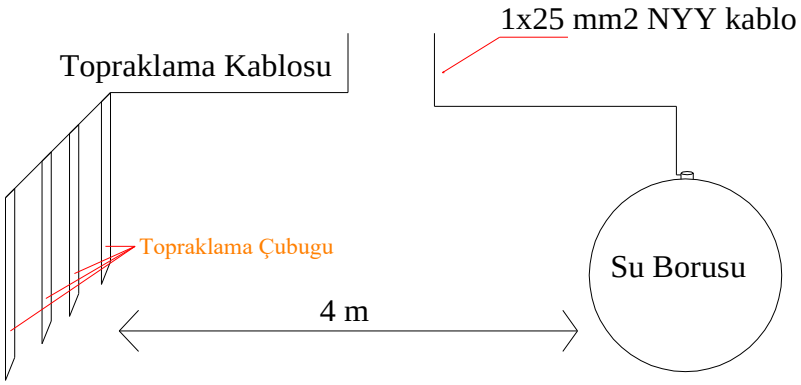
Kılıflı Boru Geçişi Test Noktası (CTP) Bağlantısı



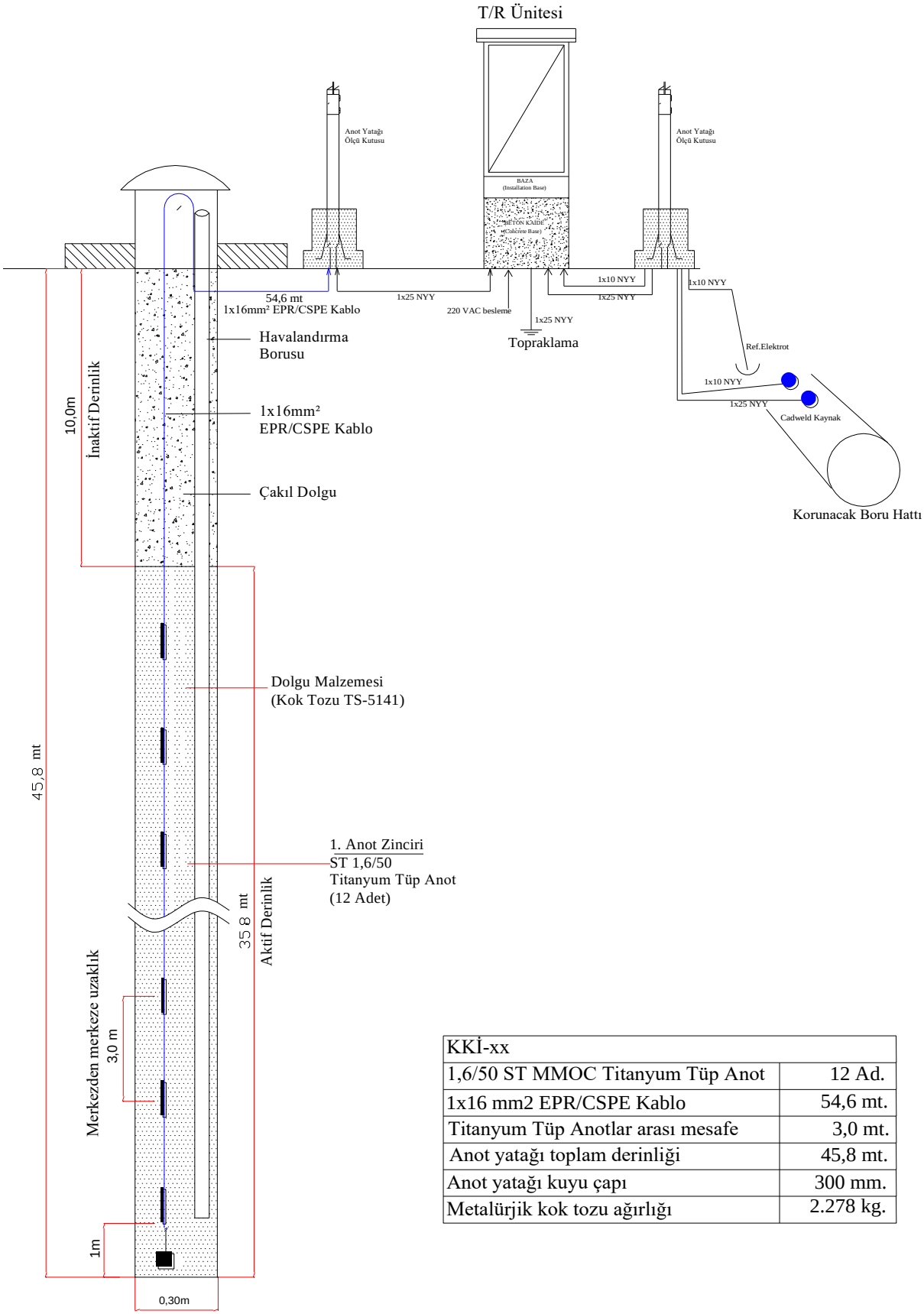
İzole Bağlantı Elemanı Test Noktası (SIJ) Bağlantısı



Yüksek Gerilim Enerji Nakil Hattı Geçişi (HVAC) Bağlantısı

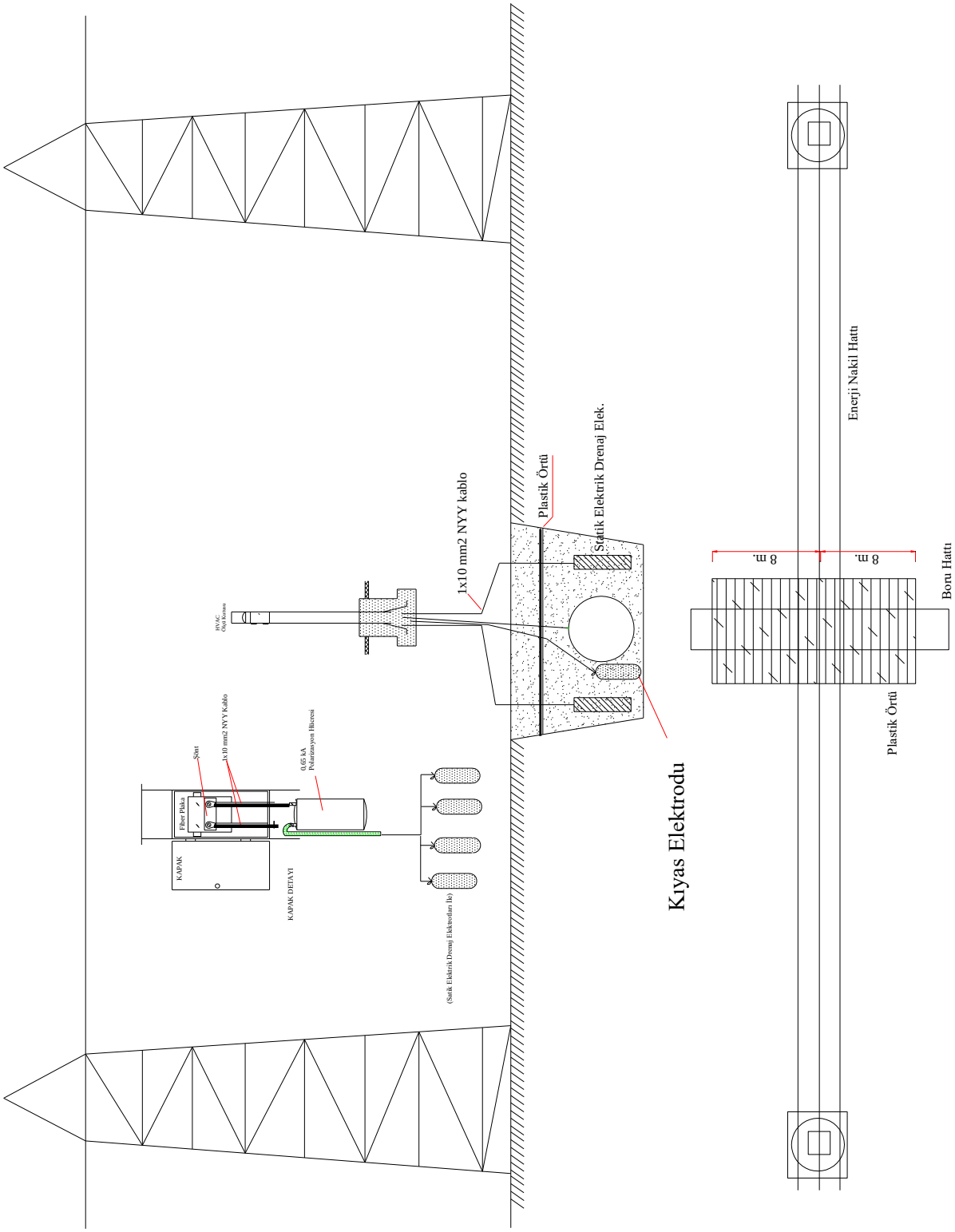


11.16. Derinkuyu anot yatağı katodik koruma uygulama planı



KKİ-xx	
1,6/50 ST MMOC Titanyum Tüp Anot	12 Ad.
1x16 mm2 EPR/CSPE Kablo	54,6 mt.
Titanyum Tüp Anotlar arası mesafe	3,0 mt.
Anot yatağı toplam derinliği	45,8 mt.
Anot yatağı kuyu çapı	300 mm.
Metalürjik kok tozu ağırlığı	2.278 kg.

11.17. Statik elektrik boşaltım elektrotu montajı



11.18. Test ve muayene tutanağı

TEST ve MUAYENE TUTANAĞI

İşin Adı	:	
İdare	:	
Yüklenici Adı	:	
Üretici	:	
Tutanak Sayısı	:	
Tutanak Tarihi	:	
Tutanak Konusu	:	Çelik boru/bağlantı parçası test ve muayenesi

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ile … (yüklenici) arasında imzalanan sözleşme gereği "…(işin adı)" işi kapsamında bulunan su kontrol elemanlarından … (üretici adı)/… (il) fabrikasında üretimi yapılan ve aşağıda temel özellikleri ve miktarları verilen çeli boru/bağlantı parçası şartnamedeki testlere tabi tutulmuştur.

DSİ, yüklenici ve üretici yetkilileri gözetiminde yapılan test ve muayeneler sonucunda, aşağıdaki çelik boru/bağlantı parçasının projesine ve teknik şartnamesine uygun olarak üretildiği tespit edilmiş olup fabrikadan işyerine nakli uygun görülmüştür.

	Seri numarası	Malzeme cinsi	Teknik özellikleri	Metrajı
1	(Etiketteki numara)	(P235 TR1)	(DN1000, t = 21 mm)	(12 m / 5.000 kg)
2				
3				
4				

Bu tutanak …/…/… tarihinde 3 (üç) nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir.

EK-1: Fabrika test raporları (… sayfa)
EK-2: Muayene çizelgeleri (… sayfa)

DSİ Muayene Heyeti

Başkan Üye Üye

Yüklenici Vekili Üretici