MTMD'nin Ücretsiz Yayınıdır

MEKANİK
TESİSAT
MÜTEAHHİTLERİ
DERNEĞİ

Tesisat Boru ve Bağlantı Elemanları El Kitabı

Derleyenler
İbrahim KARAKAŞ
Serdar UZGUR
İrfan ÇELİMLİ

Teknik Yayın No: 5

MEKANİK
TESİSAT
MÜTEAHHİTLERİ
DERNEĞİ

MTMD'nin Ücretsiz Yayınıdır

Tesisat Boru ve Bağlantı Elemanları El Kitabı

Derleyenler
İbrahim KARAKAŞ
Serdar UZGUR
İrfan ÇELİMLİ

MTMD - Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği
Yenişehir Mah. Battal Gazi Sok. No:2 Kat:2 Daire:2, 34779 Ataşehir / İstanbul
Tel: 0216 469 85 90 **Faks:** 0216 469 85 90 **E-posta:** bilgi@mtmd.org.tr
www.mtmd.org.tr

Kasım 2020

Tesisat Boru ve Bağlantı Elemanları El Kitabı

Derleyenler: İbrahim KARAKAŞ, Serdar UZGUR, İrfan ÇELİMLİ

1. Basım Kasım 2020

ISBN: 978-975-6263-43-3

Her hakkı mahfuz olup yazarların veya MTMD'nin tasarrufundadır, referans kaynak belirtilerek kısmen çoğaltılabilir ve şartname veya diğer dokümanlar içerisinde kullanılabilir.

Baskı ve Cilt:
Matsis Matbaa Hizmetleri Ltd. Şti.
Tevfik Bey Mahallesi Dr. Ali Demir Cad. No:51
Sefaköy / Küçükçekmece / İstanbul
Tel: 0212 624 21 11
Faks: 0212 624 21 17

Doğa Yayıncılık Ltd. Şti.
Ali Nazım Sk. No: 30 Koşuyolu 34718 Kadıköy / İSTANBUL
Tel: 0216 327 80 10
Faks: 0216 327 79 25
www.dogayayin.com
info@dogayayin.com

BAŞKANIN SUNUMU

Bu yayın, her yayında olduğu gibi çok yoğun bir emek sonucu oluştu. Konu, genel anlamda tesisat dünyamızda en iyi bilindiği düşünülen ancak içine girildiği zaman bihaber olunduğu şaşkınlıkla fark edilen, en popüler kalemlerden biri. MTMD olarak bu ihtiyacı özellikle Türkçe bir kaynak ile doldurmaya çalıştık.

Borular, boru hatları ve buna ait bağlantı elemanları, kaynakları bir yerden diğerine taşımak için binlerce yıldır kullanılıyor. Mısırlılar tarafından MÖ 3000'lerde kullanıldığı kaydedilen ilk bakır borulardan günümüzün yüksek teknolojili petrol ve gaz hatlarına kadar borular, insanların hayatta kalmasında kilit bir rol oynamıştır. Hatta kayıtlar, kente ışık sağlamak üzere doğal gazı Pekin'e taşımak için MÖ 2500'lerde temel bir boru hattının kullanıldığını gösteriyor. Kısacası uygarlık tarihimizde tekerlek kadar önemlidir bence.

Romalılar su kemerlerini dağ kaynaklarından tatlı su taşımak, içme suyunu taze ve insan atıklarından arındırmak ve halk sağlığını büyük ölçüde iyileştirmek için kullandılar. Roma İmparatorluğu çöktüğünde sıvı taşımacılığı, hijyen ve sanitasyon bilgisi gitti. Avrupa; dizanteri, kolera, tüberküloz ve felaket getiren kara ölüm gibi hastalıklarla karakterize edilen, karanlık ve orta çağa doğru ilerledi. Romalıların sanitasyona olan ilgisinin yenilenmesi ve etkileyici mühendislik çalışmaları 17. ve 18. yüzyıl aydınlanması ile başlamış ve bundan sonra boru ve boru hattı teknolojisi gelişmeye başlamıştır.

İndus Nehri vadisinde (Güney Pakistan) 35.000 nüfuslu Mohenjo-Daro, birçok tarihçi tarafından kanalizasyonların doğum yeri olarak kabul ediliyor. MÖ 3500'den başlayarak, kesme taştan veya insan yapımı kâgir elemanlardan yapılan, başlangıçta üstü açık ancak daha sonra kapatılan kanallar geliştirildi ve eski dünyada kullanılan birçok yüzey kanalının prototipi haline geldi. Bunlar borunun öncüleri idi.

Borunun doğuşu, Babil'de (Irak) yaklaşık aynı zamanda meydana geldi. Güneşte sertleşen (ve daha sonra pişirilen) muflu toprak borular, ahşap mandreller üzerinde yapılırdı. Kanalizasyon ve boru fikri, takip eden birkaç bin yıl içinde Asya, Orta Doğu ve Avrupa'ya kadar geniş bir alana yayıldı.

Roma İmparatorluğu özellikle geniş bir kesme taş kanalizasyon sistemine sahipti ve su için dairesel kurşun boruların kullanımını geliştirmişti. Ancak bu aşırı kurşun kullanımının kısalan yaşam sürelerine neden olduğu düşünülmektedir.

Karanlık ve Orta Çağ, sanitasyonda ciddi bir düşüşün görüldüğü yıllar olarak tarihe geçti. Fransa'da 1600'lü yılların başlarında dökme demir boru kullanılmasına rağmen, bu dönemde genellikle borular kabaca yapılmıştır. Birkaç salgın Avrupa'yı kasıp kavurduktan sonra Paris, kapsamlı bir kanalizasyon sistemi oluşturmaya başlayan ilk şehirlerden biriydi. 1860'lardan 1890'lara kadar Parisliler neredeyse her sokağın altına bir kanalizasyon inşa ettiler. Toplamda yaklaşık 400 km. Kanalizasyonları birçok yeni fikir içeriyordu; düşük akış kanalları, kanalizasyon görevlileri için kaldırımlar, tekneler dâhil kanalizasyonları temizlemek için benzersiz cihazlar ve kanalizasyona diğer yardımcı şebekelerin yerleştirilmesi gibi.

Londra'daki korkunç sağlık koşulları 1860'larda yeni bir kanalizasyon sisteminin yapılmasını gerektirdi. İngiltere'de yumurta şeklindeki kanalizasyonlar ve "ayrı" kanalizasyonlar (yağmur suyu olmayan) geliştirildi. Yeni konseptler Avrupa çapında hızla yayıldı. Tipik olarak, büyük kanalizasyonlar tuğla veya kesme taştan, daha küçük olanlar kil, dökme demir veya ahşaptan yapılmıştı.

Amerika Birleşik Devletleri'nde kolera ve diğer hastalıklar İç Savaş'tan sonra bir sorun haline geldi ve ilk nesil Amerikan inşaat mühendisleri, çözümler için İngiltere ve Avrupa'dan esinlendi. İlk yeni ayrı sıhhi kanalizasyon sistemi, başlangıçta 6 inch kil boru (menholsüz) ve daha sonra 8 inch (menhollü) kullanılarak Memphis, Tennessee'de yapıldı. Kil, ABD genelinde bir süre baskın boru malzemesi haline geldi ve ABD genelinde kil boru fabrikaları yükseldi. Ahşap, dökme demir ve beton dâhil birçok başka malzeme de kullanılıyordu.

1900'lerin başlarında patentli Parmley Sistemi, hendekte segmental blokların montajı yaklaşımını teşvik etti. Güçlü bir yapıydı ancak her türlü arızaya karşı hassastı.

Ahşabın mevcudiyeti ve marangozların yeniden eğitilmesi, su ve kanalizasyon borusu için ahşabın kullanılmasını kolaylaştırdı. Ancak kanalizasyon suyu ve odun, sülfürlerin ve sülfürik asidin olumsuz etkileri nedeniyle birlikte iyi çalışamadı. En basit ahşap borular oyulmuş kütüklerdi. Diğerleri genellikle dayanıklılık için çelik kuşakla sarılmış tahta çıtalardan oluşan borulardı.

İlerleyen süreçte bir başka popüler malzeme, boru üreticilerinden biri olan Orangeburg Manufacturing Company'nin adını taşıyan ve daha yaygın olarak Orangeburg borusu olarak bilinen fiber boru idi. Odun liflerinin kömür katranı zifti ile emprenye edilmesiyle oluşturuldu. Bu boru cinsi; su iletimi, sıhhi tesisat, elektrik hatları ve daha fazlasında sıklıkla kullanılmaya başlandı. 1800'lerde ve 1900'lerin başlarında popülaritesi arttı. PVC'nin pazara girmesiyle 1960'ların sonlarından itibaren kullanımı azaldı. Günümüzde kısa ömrü nedeniyle Orangeburg borusu kullanılmamaktadır.

Dökme demir de bu dönemde popüler bir malzemeydi. İlk dökme demir borular 1664'te Versailles'da kullanıldı. Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk dökme demir boru imalatı, 1810'larda bozulmuş ladin kütük boruların yerini almak için Philadelphia'da başladı. Sonunda Philadelphia, uzun ömürlülüğü ve daha yüksek su basıncına dayanma kabiliyeti nedeniyle tamamen dökme demir borularla kaplandı. Bugün kullanılan kanalizasyon hatlarının çoğu dökme demir ile döşenmiştir. Bununla birlikte dökme demirin korozyon riski yüksekti, bu nedenle farklı kaplamalar geliştirilmişti. En popüler olanlardan biri çimento kaplı dökme demirdi.

1950'lerde dökme demirde bir gelişme olarak sünek demir boru tanıtıldı. Daha yüksek mukavemete ve benzer korozyon direncine sahipti ve bu da onu su ve atık su kullanımları için çekici bir malzeme haline getirdi. Dökme demire benzer şekilde, hattın içinde korozyonu önlemek için geliştirilen birçok kaplama türü de vardı.

Beton yağmur suyu borusu da bu süre zarfında popülaritesini artırıyordu, ancak önemli ölçüde daha ağır ve daha pahalıydı. Ön gerilmeli beton silindir boru ilk olarak 1942'de üretildi ve betonla kaplanmış ince bir çelik halkadan oluşuyordu. Bu tip boru malzemesi bugün hala üretilmektedir ve daha büyük boru çapları, yağmur suyu kanalizasyon hatları ve su şebekeleri için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Son olarak, PVC, ABS ve PEX boru dâhil olmak üzere plastik borular popüler kullanıma girdi. PVC ilk olarak 1860'larda geliştirilmiş olmasına rağmen, daha güvenilir üretim için daha hassas ekstrüzyon tekniklerinin izin verdiği 1950'ler ve 60'lara kadar yükselmedi. Günümüzde plastik boru, kanalizasyon hatlarından ve konut tesisatından başlayarak her şey için kullanılan, giderek daha popüler olan bir boru malzemesidir.

Bu geniş tarihi özet, boru - medeniyet ilişkisinin ne kadar iç içe yürüdüğünü açıkça gösteriyor. Günümüz tesisat ve endüstri dünyasının ilk kalemi boru ve bağlantı elemanları ile başlıyor. Bu konuda yapılacak en ufak bir hata, geri dönülmesi çok zor ve pahalı sorunlara yol açıyor. Genç meslektaşlarımızın mühendislik kalitesi adına bu yayını çok iyi okumalarını, gerektikçe başvuracakları bir kaynak olarak sürekli yanlarında bulundurmalarını tavsiye ediyorum.

Bu el kitabının hazırlanmasında, The BESA (Eski adı ile HVCA)'nın TR/20@2003 (Part 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 "Installation and Testing of Pipework Systems") yayınlarının kullanımına izin veren BESA yetkililerine teşekkür ediyorum.

Bu kitap, özünde tercüme barındırsa da ülkemize uygun şekilde derlenen diğer konuları da içermektedir. Çalışmayı gerçekleştiren ekip olarak Onursal Üyemiz Sn. İbrahim KARAKAŞ, Sn. Serdar UZGUR, Sn. Kültiğin Osman BİBER ve MTMD Yönetim Kurulu Üyemiz ve geçmiş dönem Başkanımız Sn. İrfan ÇELİMLİ'ye yürekten teşekkürlerimi sunuyorum.

Kitabımıza reklam yoluyla destek veren ve bugüne kadar hep yanımızda olan değerli firmalarımıza da minnettarız. Sektörel dayanışmada onların katkıları her zaman çok değerli olacaktır.

Kitabın yayına hazırlık, redaksiyon ve reklam koordinasyonlarını yürüten Yönetim Kurulu Üyemiz Sn. Önder POLAT, Dernek Müdürümüz Sn. Nilgün İLİK ve Kurumsal İletişim Müdürümüz Sn. Ela UYSAL'a ve ismini anamadığım tüm emek verenlere gönülden teşekkürü bir borç biliyorum.

İlk baskısı olması nedeniyle çıkabilecek hataları mazur görmenizi, bir sonraki baskıda düzeltilmek ve eklenmek üzere değerli yorum ve görüşlerinizi bizlere iletmenizi rica ediyorum.

Saygılarımla,
İbrahim BİNER
MTMD 7. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

TEŞEKKÜR VE EMEĞİ GEÇENLER

Bu el kitabının hazırlanmasında, The BESA (Eski adı ile HVCA)'nın TR/20@2003 (Part 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 "Installation and Testing of Pipework Systems") yayınları -The BESA izniyle- rehber olarak alınmıştır. Ancak bu kaynak yayınların birebir tercümesini aktarmak yerine gerekli bilgileri alarak ülkemizdeki yerel ve yaygın olarak kullanılan uluslararası standartlardan (EN, USA vb.) da yararlanarak, özgün bir el kitabı hazırlanmıştır. Zira TR 20'de olmayan, Yangın, Basınçlı Hava gibi boru devreleri de bu yayın içine dahil edilmiştir. Ayrıca yine ilgili TR 20 dokümanlarında olmayan, boru tasarımı ve uygulaması ile ilgili birçok ek bilgi başka kaynaklardan derlenerek bu yanına eklenmiştir.

El kitabının derleme sürecinde, üç makine mühendisi İbrahim KARAKAŞ, Serdar UZGUR ve İrfan ÇELİMLİ'den oluşan Derleme Komisyonu itinalı bir ekip çalışması yürütmüştür. Farklı kaynaklardan, sektör içindeki güncel teknoloji ve saha deneyimlerinden de destek bilgiler alınarak bu derlemeye dahil edilmiş ve önemli referans bilgilerin aktarılması için içerik oldukça genişletilmiştir. Ayrıca Doğal Gaz Bölümü, konunun uzmanı olan Makine Mühendisi Kültigin Osman BİBER tarafından gerçekleştirilmiştir.

TR 20 Yayınlarının Türkçeye çevirileri Levent YÜCEL ve İbrahim KARAKAŞ tarafından yapılmıştır. Ayrıca bu yayının son redaksiyon çalışmalarını ve yayın hazırlıklarını yürüten Kurumsal İletişim Müdürümüz Sayın Ela UYSAL'a ile reklam koordinasyonlarını yürüten Yönetim Kurulu Üyemiz Sn. Önder POLAT, Dernek Müdürümüz Sn. Nilgün İLİK ve Dernek Asistanımız Sedat ÜNLÜ'ye teşekkürü bir borç biliriz. Önceki MTMD Yayınlarında olduğu gibi, bu yayının da basım çalışmalarını her zaman büyük bir özenle yürüten DOĞA Ajans ekibine de teşekkür ederiz.

Ayrıca şunu da belirtmek gerekir ki, **"Tesisat Boru ve Bağlantı Elemanları El Kitabı"** önce taslak olarak tüm sektöre dağıtılarak görüş istenmiş ve alınmıştır. Dolayısıyla bu ön dağıtım süresi içerisinde okuyup, inceleyip geri bildirim veren, soru soran veya eleştirilerde bulunarak daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunan tüm sektör emekçilerine teşekkür ve şükranlarımızı sunuyoruz. Ek olarak özellikle görsel, katalog linki sağlayarak ve reklam vererek katkı sağlayan tüm saygıdeğer sektörel kurumlara da çok teşekkür ediyoruz.

Son olarak, Dernek Yönetim Kurulunun da onayıyla bu yayının isteyen tüm sektör çalışanlarına kolay ulaşımını sağlamak için, elektronik ortamda dernek web sayfamızda yayını hedeflenmiştir. Birinci basım bu haliyle en az üç yıl süreyle bu haliyle korunacak olup, gelecek üç yıl sonunda, gelecek öneri ve eleştiriler esas alınarak ikinci baskı çalışmasının da yürütülmesi öngörülmüştür.

Saygılarımızla,
Derleme Komisyonu

KISALTMALAR

TS	Türk Standardı
TS EN	Avrupa Standardının Türk Standardı Yayını
TS EN ISO	Uluslararası Standardın Türk Standardı Yayını
ISO	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
BS	İngiliz (Birleşik Krallık) Standardı
BSPT	İngiliz Standart Boru Dişi
THE BESA (HVCA) TR20	BRITISH ENGINEERING SERVICES ASSOCIATION (Eski adıyla Heating and Ventilating Contractors' Association)
CIBSE	Chartered Institution of Building Service Engineers
BSRIA	Building Services Research and Information Association
GDŞ	Gaz Dağıtım Şirketi
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
RMS	Basınç Düşürme-Ölçüm İstasyonu
AKV	Ana Kesme Vanası
NDT	Radyografik Test ile Tahribatsız Muayene (Non Destructive Testing)
NACE	NACE INTERNATIONAL
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
MSS	MANUFACTURERS STANDARDIZATION SOCIETY OF THE VALVE AND FITTINGS INDUSTRY
ASTM	ASTM INTERNATIONAL (American Society for Testing and Materials)
AISI	AMERICAN IRON and STEEL INSTITUTE
DIPRA	DUCTILE IRON PIPE RESEARCH ASSOCIATION
PPI	PLASTICS PIPE INSTITUTE
AWS	AMERICAN WELDING SOCIETY
AWWA	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION
ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
AA	ALUMINUM ASSOCIATION
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
İÇ TESİSAT	Gaz Dağıtım Şirketi ve OSB'nin Gaz Teslim Noktası Sonrasındaki Abone Tarafından Yaptırılan Doğalgaz Tesisatı.
UL LISTED	UNDER LABORATORY LİSTELİ
FM APPROVED	FACTORY MUTUAL ONAYLI
St	Çelik Sınıfı Tarifi
Sch	Amerikan Boru Et Kalınlık Sınıfı (Schedule).

İÇİNDEKİLER

KISIM 1. GİRİŞ **1**

1.1. Önsöz 1

1.2. İşçilik Standardı 1

1.3. Kalite Güvence 2

1.4. Tanımlar 2

KISIM 2. MALZEME SEÇİMİ VE TESİSAT SİSTEMLERİ TANIMLARI **3**

2.1. Sıhhi Tesisat Boruları 3

2.1.1. Sıhhi Tesisat İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı 3

2.1.2. Kullanım Soğuk Su Tesisatı 3

2.1.3. Kullanım Soğuk Su Boru Seçim Tabloları 3

2.1.4. Kullanım Sıcak Su Tesisatı 6

2.1.5. Kullanım Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları 6

2.1.6. Termal Kullanım Sıcak Su Tesisatı 8

2.1.7. Termal Kullanım Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları 8

2.2. Kondenser ve Soğutma Suyu Boruları 9

2.2.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 9

2.2.2. Kondenser ve Soğutma Suyu Boruları Seçim Tabloları 10

2.3. Konfor Sistemleri Soğutma Suyu Tesisatı 12

2.3.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 12

2.3.2. Kondenser ve Soğutma Suyu Boruları Seçim Tabloları 13

2.4. Yangın Suyu Tesisatı 15

2.4.1. Yangın Tesisatı İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı 16

2.4.2. Yangın Tesisatı Boru Seçim Tabloları 16

2.5. Düşük Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı 19

2.5.1. Düşük Sıcaklık Sıcak Su İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı 19

2.5.2. Düşük Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları 20

2.6. Orta Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı 22

2.6.1. Orta Sıcaklık Sıcak Su İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı 22

2.6.2. Orta Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları 23

2.7. Yüksek Sıcaklık Isıtma (Kızgın Su) Tesisatı Boruları 25

2.7.1. Kızgın Su İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 25

2.7.2. Kızgın Su Tesisat Boru Seçim Tabloları 25

2.8. Buhar Tesisatı ve Kondens Hattı Tesisatı 26

2.8.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 26

2.8.2. Buhar Tesisatı ve Yoğuşma Hattı Boru Seçim Tabloları 27

2.9. Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı Boruları 28

2.9.1. Basınçlı Hava, Vakum İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 29

2.9.2. Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı Boru Seçim Tabloları 30

2.10. Yakıt Tesisatı Boruları 33

2.10.1. Yakıt Tesisatı İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı 34

2.10.2. Fueloil Sistemleri Boru Seçim Tabloları 35

2.11. Doğalgaz Tesisatı Boruları 36

2.11.1. Boru Çeşitleri ve Kullanılan Yerler 37

2.11.2. Yapım ve Birleştirme Metotları Kullanım Yerleri 39
2.11.2.1. Çelik Borular 40
2.11.2.2. PE Borular 44
2.11.2.3. Bükülebilir Hortum Takımları - BLH 45
2.11.2.4. Bakır Borular 46
2.11.3. Tamamlayıcı Genel Uygulama Gerekleri 46
2.11.3.1. Ortam 46
2.11.3.2. Diğer Tesisat Türleri (elektrik-mekanik vb.) ile Koordinasyon 47
2.11.3.3. Borularda Isıl (Termal) Uzama-Kısalma 47
2.11.3.4. Tahliye Borusu Tesisatı 48
2.11.3.5. Tesisat Güzergahı, Şaft ve Galeri Havalandırması 48
2.11.3.6. Korozyon Koruması 49
2.11.3.7. Topraklama 49
2.11.3.8. Uygulama Öncesi ve Sonrası Temizlik-Süpürme 49
2.11.3.9. Testler 49

KISIM 3. ÇELİK BORU, DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI 51
3.1. Çelik Boru Tesisatı Malzemeleri 51
3.1.1. Çelik Boru Standart ve Özellikleri 51
3.1.2. Boru İç ve Dış Yüzey Kaplama Çeşitleri 51
3.1.3. Standart Boru Ucuna Göre Temin Şekilleri 51
3.2. Çelik Boru Dişli (Vidalı) Birleştirme 52
3.3. Galvaniz veya Siyah Çelik Boru Tesisatı Kaynaklı Bağlantı 52
3.4. Galvaniz ve Siyah Çelik Boru Tesisatı Flanşlı Bağlantı 52
3.5. Galvaniz veya Siyah Çelik Boru Tesisatı Yivli Bağlantı 52
3.6. Galvaniz veya Siyah Çelik Boru Kullanılan Tesisat Türleri 53
3.7. Çelik Borularda Dişli Bağlantı Elemanları Montajı 55
3.7.1. Dişli Birleştirmeler 55
3.7.2. Dirsek ve Birleştirme Parçaları 55
3.8. Kaynaklı Montaj 56
3.8.1. Kaynak Metotları 56
3.8.2. Kaynaklı Bağlantı Elemanları 57
3.9. Flanşlı Montaj 58
3.10. Yivli Bağlantılar 58
3.10.1. Kelepçeli Bağlantılar 58
3.10.2. Bağlantı Parçaları 59
3.11. Sıkı (Pres) Geçmeli Bağlantılar 59
3.12. Boru Destekleri ve Aksesuarları 59
3.13. Borularda Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma 62
3.13.1. Doğal Esneklikle çözümler 62
3.13.2. Esnek Bağlantı Elemanları 62
3.13.3. Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar) 62
3.13.4. Soğuk Ön Gerdirme 63
3.14. Boru Montaj Şartları 63
3.14.1. Temizlik Kontrolü 63
3.14.2. Boru Duvar Geçiş Elemanları (Kovanlar, Kılıflar) 63

3.14.3. Boru Hizalama 64
3.14.4. Boru Montaj Aralık ve Boşlukları 65

KISIM 4. BAKIR BORU, DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI 65
4.1. Boru Malzeme Tipleri 65
4.1.1. Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler 65
4.1.2. Kaplama 66
4.2. Boru Montaj Metotları 67
4.3. Bakır Boru Kullanılan Tesisat Türleri 67
4.4. Dişli Birleştirme Montajı 69
4.4.1. Dişli Bağlantı Metodu 69
4.5. Kapiler Birleştirme ve Geçme Montajı 70
4.5.1. Kapiler Montaj Metodu 70
4.5.2. Kapiler Bağlantı Parçaları 70
4.6. Sıkıştırma Bağlantı Elemanı ve Montaj Cihazı 71
4.6.1. Sıkıştırma Metodu 71
4.6.2. Sıkıştırma Bağlantı Parçaları 71
4.7. Flanşlı Birleştirmeler 71
4.7.1. Civata ve Somun Malzemeleri 72
4.7.2. Bakır Flanş Conta Malzemeleri 72
4.8. Yüksüklü Bağlantı Montajı 72
4.8.1. Yüksüklü Montaj Yöntemi 72
4.8.2. Yüksüklü Bağlantı Parçaları 72
4.9. Yumuşak ve Sert Lehimli Montaj 73
4.9.1. Yumuşak Lehimleme Yöntemi 73
4.9.2. Sert Lehimleme Yöntemi 73
4.9.3. Sert Lehimleme Bağlantı Parçaları 74
4.10. Presli Montajı 74
4.10.1. Presli Bağlantı Yöntemi 75
4.10.2. Bağlantı Parçası 75
4.11. Borudan Bükme Dirsekler 75
4.12. Boru Destekleri ve Aksesuarları 75
4.13. Borularda Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma 77
4.14. Yapım ve Montaj 78
4.14.1. Temizlik 78
4.14.2. Boru Duvar Geçiş Kovanları (Kılıflar) 78
4.14.3. Boru Hizalama 78
4.14.4. Boru Montaj Aralıkları 78

KISIM 5. PASLANMAZ ÇELİK BORU DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI 79
5.1. Boru Malzeme Tipleri 79
5.1.1. Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler 80
5.1.2. Kaplama 80
5.2. Paslanmaz Çelik Boru Kullanılan Tesisat Türleri 80
5.3. Dişli Montaj 82
5.3.1. Dişli Birleştirmeler 82

5.3.2. Dirsek ve Birleştirme Parçaları 82
5.4. Kaynaklı Montaj 82
5.4.1. Kaynak Presli Bağlantı Yöntemleri 82
5.4.2 Kaynaklı Bağlantı Elemanları 83
5.5. Sıkıştırmalı Bağlantı Elemanı 84
5.5.1. Sıkıştırma Metodu 84
5.5.2. Sıkıştırma Bağlantı Parçaları 84
5.6. Flanşlı Montaj 85
5.7. Yüksüklü Bağlantı Montajı 87
5.7.1 Yüksüklü Montaj Presli Bağlantı Yöntemi 87
5.7.2 Yüksüklü Bağlantı Parçaları 87
5.8. Boru Destekleri ve Aksesuarları 87
5.9. Borularda Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma 87
5.9.1. Doğal Esneklik 87
5.9.2. Genleşme Parçaları 88
5.9.3. Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar) 88
5.9.4. Soğuk Çekme 88

KISIM 6. ALÜMİNYUM BORU DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI 89
6.1. Boru Tesisatı Malzemeleri 89
6.1.1. Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler 89
6.1.2. Kaplama 89
6.2. Alüminyum Boru Bağlantı Metotları 90
6.3. Alüminyum Boru Kullanılan Tesisat Türleri 90
6.4. Alüminyum Boru Bağlantı Elemanları 91
6.5. Dişli Montaj 91
6.5.1. Dişli Birleştirmeler 91
6.5.2. Dirsek ve Birleştirme Parçaları 91
6.6. Kaynaklı Montaj 91
6.6.1. Kaynak Presli Bağlantı Yöntemleri 92
6.6.2. Kaynaklı Bağlantı Elemanları 93
6.7. Sıkıştırma Bağlantı Elemanı ve Montaj Cihazı 94
6.7.1. Sıkıştırma Metodu 94
6.7.2. Sıkıştırma Bağlantı Parçaları 95
6.8. Flanşlı Montaj 95
6.9. Boru Destekleri ve Aksesuarları 96
6.10. Borularda Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma 96
6.10.1. Doğal Esneklik 96
6.10.2. Genleşme Parçaları 96
6.10.3. Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar) 96

KISIM 7. PLASTİK ESASLI BORU DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI 97
7.1. Genel Bilgi 97
7.2. Plastik Boru Tesisatı Uygulama Seçim Tablosu 100
7.2.1. Plastik Boru ve Bağlantı Elemanları Seçim Kılavuzu 100
7.3. Plastik Esaslı Boru Kullanılan Tesisat Türleri 101

7.4. Birleştirme Presli Bağlantı Yöntemleri ... 102
7.5. Bağlantı Elemanları ... 104
7.5.1. Dişli Bağlantılar ... 105
7.5.2. Solvent ile Birleştirme (Yapıştırma) ... 105
7.5.3. Flanşlı Bağlantılar ... 106
7.5.4. Termal Füzyon Kaynağı ... 107
7.5.5. Alın Kaynağı ... 107
7.5.6. Soket Kaynağı ... 107
7.5.7. Elektro Füzyon ... 107
7.5.8. Sıkıştırma Elemanları ... 108
7.5.9. İtmeli Bağlantılar ... 108
7.6. Elektrik İletkenliği ... 108
7.7. Borularda Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma ... 109
7.8. Boru Destekleri ve Aksesuarları ... 109
7.9. Ultraviyole Işık (UV) ... 109
7.10. Boru ve Bağlantı Parçalarının Uyumlu Olması ... 109
7.11. Dikkat Edilecek Bazı Konular ... 110
7.12. Gömülü Boru Hatları ve Yalıtım Yapılması ... 110

KISIM 8. BORU TESİSAT VE MONTAJI İÇİN GENEL GEREKLİLİKLER ... 112
8.1. Topraklama ve Eş Potansiyel Tesisatı (Grounding And Bonding) ... 112
8.2. Katodik Koruma Tesisatı ... 114
8.3. Galvanik Reaksiyon ... 115
8.4. Sızıntı Kontrol Tesisatı (Leak Detection) ... 117
8.5. Boru Tesisat Hava Tahliyesi ... 117
8.6. Boru Tesisatı Boşaltma (Drenaj) ... 118
8.7. Boru Isıl (Termal) Uzama ve Kısalma ... 118
8.8. Koç Darbesi (Surge Pressure) ... 119
8.9. Boru Tesisat ve Bağlantı Elemanları Koruma ... 121
8.9.1. Fiziksel Koruma ... 121
8.9.2. Korozyon Koruma ... 121
8.10. Ekipman Bağlantıları ... 127
8.10.1. Mevcut Tesisata Yapılan Bağlantılar ... 127
8.10.2. Gelecekteki Yeni Tesisat Eklentileri için Bağlantılar ... 128
8.11. Bina Yapı Elemanları Geçişlerinin Yapımı ... 128

KISIM 9. BORU DEVRE AKSESUARLARI VE YARDIMCI ELEMANLAR ... 129
9.1. Genel Gereklilikler ... 129
9.2. Vana Yerleri ve Fonksiyonları ... 129
9.2.1. Kesme Vanaları ... 129
9.2.2. Basınç ve Akış Ayar (Regülasyon) Vanaları (Dinamik veya Statik) ... 130
9.3. Diğer Vanalar ve Ölçme Ekipmanları ... 130
9.3.1. Emniyet Vanaları ... 130
9.3.2. Şamandıralı Vanalar ... 130
9.3.3. Çek Valfler (Geri Tepme Ventilleri) ... 131
9.3.4. Pislik Tutucular ... 131

9.3.5. Enstrümantasyon ve Test Noktaları 131
9.3.6. Basınç Göstergeleri, Manometreler 131
9.3.7. Sıcaklık Ölçerler, Termometreler 131
9.4. Etiket ve Tanımlamalar 131
9.4.1. Boru Devre Etiketleri 132
9.4.2. Vana ve Cihaz Etiketleri 132

KISIM 10. BORU TESİSATI TEST VE KONTRÖLLER 133
10.1. Basınç Testi 133
10.2. Kaçak Sızıntı Testi 133
10.3. Eski Boru-Yeni Boru Bağlantı Kaçak Sızıntı Testi 134
10.4. Vana Testi 134

KISIM 11. BORU TESİSATI YIKAMA VE TEMİZLİK 135
11.1. Kapsam 135
11.2. Amaç 135
11.3. Boru Temizliğinde Dikkat Edilecek İşler 135
11.4. Basınç Testleri ve Test Akışkanı 135
11.5. Tesisat Temizlik ve Yıkama Yöntemleri 136
11.5.1. Ön Temizlik 136
11.5.2. Hassas Temizlik- Yıkama 136
11.5.3. Yüksek Debili Su ile Yıkama (Flushing) 136
11.6. Dezenfeksiyon 137
11.7. Dinamik Yıkama 137
11.8. Kimyasal Temizlik 138
11.9. Tesisat Sistem Doldurma ve Şartlandırma 138
11.9.1 Dolum Suyu Şartlandırma 139
11.10. Atık Su Yönetimi 139

KAYNAKÇA ve İLGİLİ STANDARTLAR 140

EKLER 146
EK-1 GENEL BORU TASARIMI İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER 146
EK-2 BORU TAŞIYICI YÜK TASARIMI VE GENEL BİLGİLER 162
EK-3 KAYNAK VE KAYNAKÇI NORM VE STANDARTLARI İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER (EN-ISO) 176
EK-4 TAHRİBATSIZ KAYNAK TEST METOTLARI (NDT) İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER 186
EK-5 DEPREM VE TİTREŞİM KONTROLÜ 191
EK-6 MEKANİK TESİSAT SİSTEMLERİ RENK KODLARI VE ETİKET PROSEDÜRÜ 195
EK-7 MEDİKAL GAZ VE BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ TEMİZLEME PROSEDÜRÜ 201

KISIM 1. GİRİŞ

1.1. ÖNSÖZ

Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği (MTMD) olarak, "Tesisat Boru ve Bağlantı Elemanları El Kitabı" yayınını hazırlamaktaki hedefimiz, tesisat sektöründeki ''İhale Evrakları - Keşif Özetleri''nde standartlaşmanın daha doğru ve ülkemiz genelinde boru malzeme tanımlarının daha homojen olmasını sağlamak ve dolayısıyla da uygulamadaki hata ve aksamaları önlemektir. Bu yayında tanımlanan mekanik tesisat boru sistemleri, özellikle üst ve alt yapı işlerinde yaygın olarak kullanılan boru devreleri ile sınırlı olup bunlar:

- Isıtma, Soğutma vb. Kapalı - Açık Devre Su Çevrim Sistemleri,
- Buhar - Kondens Devreleri,
- Sıhhi Tesisat Soğuk - Sıcak Su Gibi Açık Akış Devreleri,
- Yangın Söndürme Sistemleri Gibi Durağan Su Devreleri,
- Doğal Gaz ve Yakıt Yağı (Dizel, Kalorifer Yakıt Yağı vb.) Devreleri,
- Basınçlı Hava ve Vakum Devreleri olarak özetlenebilir.

Bu yayın kapsamında yer alan bilgiler, yaygın olarak kullanılan sadece üst/alt yapı işlerindeki ileri teknoloji gerektirmeyen standart yapı işlerinde gerekli boru devreleri içindir ve ilgili tanımlarda boruların hangi basınç, sıcaklık ve ortamda kullanılacağı belirtilmiştir. Ayrıca ilgili boru sistemleri tanımlarında görüleceği gibi, aynı boru sistemleri için birden çok malzeme seçeneği olan boru tipleri önerilmiştir. Seçim kararı, yatırımcı/yapı kullanıcısı, tasarımcı ve uygulamacı arasında değerlendirilerek verilebilir.

Özellikle altını çizmek isteriz ki, özel ve ileri teknoloji gerektiren endüstriyel tesisler için gereken boru uygulamalarına bu yayın cevap veremez ve bunlar için özel danışmanlık almak veya buna uygun uluslararası standartlara başvurmak gereklidir.

Mekanik boru tesisat sistemlerinin amacı, ısıtma, soğutma, sıhhi tesisat, yangın, yakıt devrelerindeki akışkanların yapı içindeki son kullanım noktalarına taşımak ve gerektiğinde geri döndürmektir. Özetle kullanıcıların konforunu sağlamak için akışkanları verimli ve güvenli bir şekilde taşımak, boru tasarım ve uygulama ekiplerinin görevidir. Dolayısıyla yapılardaki tüm mekanik sistemlere hizmet eden boru tesisatı sistemlerinin tatmin edici performansından, yapı kullanıcılarının memnuniyeti önemli derecede etkilenmektedir. Bu memnuniyete ulaşmada kilit faktör, herkes tarafından anlaşılan ve bir sistemin aşağıdaki önemli unsurları sağlayacak ortak bir şartnamenin bulunmasıdır:

- Müşteri için, belirtilen bir standartta yeterlilik güvencesi taşıması ve yatırımının maddi karşılığını alması.
- Müteahhit için, rakipleriyle ortak bir temel üzerinde hareket etmesi ve kendisinden beklenen standartların açık olması.
- Her ikisi için de ortak bir niyet tanımına sahip olmaları.

MTMD, uygulama konularına açıklık getiren teknik şartname niteliğinde bir derleme niteliğindeki (Yasal gereklilikleri, Türk ve Avrupa Birliği Standartlarını tamamlayıcı açıklayıcı) bu çalışmayla, üye firmalarının veya üye olmayan benzeri firmaların ve müşterilerinin yararına olacak şekilde sektörü geliştireceğine ve bir araya getirebileceğine inanmaktadır. Bu nedenle bu yayının öncelikli amaçları:

- Yüklenici / uygulayıcı atayan müşteriler için (rekabet veya müzakere yoluyla) bilgi sağlamak.
- Malzeme ve işçilik konusunda standart sağlamak.

Bu derleme yayın hem müşterilerin hem de yüklenicilerin uygun olduğu şekilde sözleşme belgelerine dâhil etmeleri için kaynakça olabilir. Ayrıca sahada çalışan ve teklif hazırlayan teknik personel için düzenli başvuracakları el kitabı olması hedeflenmiştir.

1.2. İŞÇİLİK STANDARDI

Bu yayın tarafından belirlenen işçilik standardının, genelde normal ticari ve kısmen de endüstriyel tesisatta uygulanması amaçlanmıştır. Bu ilgili standart kapsamında bulunan bilgilerin, doğru çalışma ve uygun bakım ile uzun yıllar boyunca tatmin edici hizmet sunacak tesislerin üretiminde önemli bir kaynak olması hedeflenmiştir.

Müşterilerin kendi özel gereksinimlerine sahip olduğu durumlarda, müşteri, tasarımcı ve yüklenici arasında şartlar üzerinde anlaşmaya varılmalıdır.

1.3. KALİTE GÜVENCE

Bu yayın, müşterilere ihtiyaç duydukları kurulum standartlarını tanımlamadaki önemli rollerini yerine getirmelerinde yardımcı olacak bir kıstas olarak kullanılabilir.

MTMD, bu yayının kalite güvencesi planlarını ve kalite değerlendirme çizelgelerini tamamlayacağını öngörmektedir.

1.4. TANIMLAR

Bu yayın içindeki tablolarda açıklamaları verirken, "gerekir", "yapacak" ve "zorunlu" vb. terimler kullanmaktadır:

- "Zorunluluk" terimi, yayın sırasında bir kanuni şartnameyi tanımlar.
- "Yapacak" terimi, tam olarak ve sapma olmadan uyulması tasarlanan bir prosedürü belirtir.
- "Gerekli" terimi, önceden dikkate alınarak, sapmanın kabul edilebilir olduğu kabul edilmedikçe, uyulması tasarlanan bir prosedürü belirtir.
- **Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Montaj Uygulamaları:** Gömülü boru hatları (toprak, beton vb.) ile müdahale kapağı olmayan ve ulaşılamayan boru galerisi, asma tavan, bölme vb. alanları belirtir.
- **Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları:** Tesisata müdahale etme ve ulaşma olanağı olan açıktaki ve bakım kapağı olan asma tavan, boru galerisi, boru şaftı vb.
- **Tasarımcı:** Tesisat sistemlerini projelendiren firma,
- **Yüklenici:** Tesisat işlerini yapmaya uygun, uygulayan firma,
- **Danışman:** Tesisat sistemlerini proje ve yerinde yapılan uygulamaları kontrol eden İşveren adına denetleyen temsilci,
- **Proje Yönetim:** Yapım süresince proje ve yerinde yapılan uygulamaları idari ve teknik olarak işveren adına denetleyen ve yöneten temsilci,
- **TAD Görevlisi:** Tesisat sistemlerini mevcut proje ile yerinde yapılan uygulamaların birbiri ile örtüşmesi için gerekli test ve ayarları yapan ve raporlayan görevli,

KISIM 2. MALZEME SEÇİMİ VE TESİSAT SİSTEMLERİ TANIMLARI

2.1. SIHHİ TESİSAT BORULARI

2.1.1. Sıhhi Tesisat İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kitap, 20ºC'ye kadar çalışan soğuk su tesisatı işletme basıncı için 1 MPa (10 Bar) ve 3 m/s altında akışkan hızı, sıcak su tesisatı için yine işletme basıncı10 Bar (1 MPa) ve 90ºC'ye kadar çalışan sıcak su tesisat boruları içindir. Sıcaklığın ve basınçların bunu aşması gerektiği durumlarda, özel hükümler geçerli olur. Su hızı 3 m/s üzerine çıktığında borularda erozyon etkisi ortaya çıkmaktadır.

2.1.2. Kullanım Soğuk Su Tesisatı

Soğuk su tesisatı hem şehir içme ve kullanma suyu ana şebekesinden hem de köy, mecra veya benzeri bir su borusu dağıtım sisteminden beslenen devreler olabilir. Suyun içeriğinde insan sağlığına zarar verecek herhangi bir malzeme bulunmaması, bakteri ve diğer kirleticilerden arınmış ve filtrelenmiş, niteliği içmeye uygun su tesisatı devreleri ticari ve endüstriyel binalarda monte edilmiş tüm boru hatlarını kapsar.

Dağıtım sistemi, yüksek bir seviyede bulunan çelik veya beton su deposundan yerçekimi kuvvetiyle pompasız dağıtım şebekesi olabileceği gibi bir veya birden fazla su deposundan hidrofor ile basınçlandırılan dağıtım sistemleri için kurulmuş boru hattı tesisatı olabilir.

Özellikle gri su ve yağmur suyu toplama ve dağıtım sistemleri boru elemanları seçilirken kullanılan boruların hijyen şartlarında dağıtım yapan borularla karışması veya birleştirilmesi uygun değildir.

2.1.3. Kullanım Soğuk Su Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

İngiliz standartlarında en yaygın malzeme, standart kaplamalı bakır borudur. Hem paslanmaz çelik, hem de plastik borular yaygın şekilde kullanılır. Suyun sertlik derecesi, içindeki çözülmüş mineraller ve su kalitesinin izin verdiği durumlarda galvanizli boru kullanılabilir. Bu malzemenin teklif edildiği yerlerde yerel su tedarikçisine danışılarak onay alınmalıdır.

Tasarımcı tarafından tarif edilmiş galvanizli boruların galvanik[1] seviyesi esas alınmalı ve farklı galvanik seviyelerde boruların montaj sırasında karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından yüklenici emin olmalıdır. Özellikle yumuşak su, deminerilezasyon (minerallerden arıtılarak iletkenliğinin düşürülmesi), desalinasyon (suyun oksijen ile yakılıp içme suyu haline getirilmesi), kimyasal dozlama işlemlerine tabi su tesisat hatları için bağlantı elemanları hariç vanalar dâhil plastik esaslı borular kullanılır. RO (Ters Ozmos) hatları yüksek basınç gerektirdiği için yüksek basınca dayanıklı sert PVC-C veya ABS gibi borular kullanılır.

Not: Türkiye'de yaygın olarak galvaniz ve düktil boru kullanılmakta olup, bunun yanında PVC, HDPE, PEX, PP, Bakır, Paslanmaz Çelik, PPR3 ve Yapıştırma Muflu PVC borular da yoğun biçimde kullanılmaktadır.

Üretici Linki: **http://www.unival.com.tr/tr/urun/r850**

Tablo: 2.1.1 Galvaniz ve Siyah Karbon Çelik Borular

Galvaniz ve Siyah Karbon Çelik Boru	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Galvaniz Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişli Galvaniz Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta Seri	✓2	✓2		✓	
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri	✓1	✓1			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta Seri	✓1,2	✓1,2			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1:2019			✓1		✓1
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Dişli Boru Bağlantısı	✓2				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓1	✓1	✓1	✓1	✓1
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Galvaniz Temperlenmiş Demir Döküm Bağlantı Parçaları TS 11 EN 10242	✓2				

1. Üretimden sonra galvanizleme yalnızca kaynaklı imalatlarda üretici önerileri olarak özel malzemeler.
2. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm'lik ebat hariçtir. Bu çaplar ağır seri kullanılır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/su-tesisat-borusu

Tablo: 2.1.2 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

Paslanmaz Çelik Borular	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz Veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217-7,-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Bu uygulamalar "Boru Ekleme Parça Üreticisinin" talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.

Tablo: 2.1.3 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR BORULAR	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS En 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Kapiler - Yumuşak Lehimli Boru Bağlantısı	✓				
Alev ile Yapılan Sert Lehim Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1	✓1			

1. DN54 mm'den büyük çaplarda kullanılması önerilmez.

Tablo: 2.1.4 Plastik Esaslı Borular Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınç Karşılığı Çalışma Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Kullanım Soğuk Su Hizmetleri	10 °C	0- 0,5 MPa	✓	✓	✓	✓1	✓	✓1	✓	✓	✓
		0,5-1 MPa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		1-2 MPa		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

1. PVC-C ve HDPE borular 0-5 Bar aralığında kullanılabilmesine rağmen daha kırılgan olur.

Tablo: 2.1.5 Plastik Esaslı Boru ve Bağlantı Yöntemleri

Malzeme Cinsleri	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓	✓				
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	✓
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı (Alın Kaynağı)						✓	✓	✓	✓
Soket Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro-Füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓	✓				✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. Bu konuda "üretici katalog bilgileri" esastır.

Yukarıda tarif edilen boru tesisatının detaylı teknik özellikleri, standartları, birleştirme metotları ile toprak altı veya üstü sabit ve kayar destekleme mesafeleri ilerleyen bölümlerde anlatılmıştır. Boruların topraklama ve eş potansiyel tesisatı, katodik koruma tesisatı, test devreye alma, temizleme, yıkama ve kabul işlemleri ile ilgili bölümler altında her bir boru cinsi için detaylı tarif edilmiştir. En önemli kısım boru ve bağlantı elemanları ile vanaların montaj öncesi korunması, iç temizliği ve yıkama işlemleri sırasında hijyen kuralları gereği gerekli özenin gösterilerek içerisinde zararlı kimyasal atıkların kalmamasından emin olunması gerektiğidir.

Aksi belirtilmedikçe çalışma basıncının 1.5 katında statik basınç testleri basınçlı hava veya temiz su ile yapılmalıdır. Testler sırasında ekipmanların imalat basınç sınıflarının uygunluğunun kontrol edilerek basınç sınıfı uygun olmayanların bypass edilmesi malzeme cins farklılıkları veya yer altından yer üstüne çıkan katodik korumalı boruların mutlaka di-elektrik yalıtım flanş (flanş, kaplin, conta, soket vs.) ile korunması gerekir.

Not: Genel olarak yönetmeliklerde yer almadığından Türkiye'de boruların eş potansiyel (bonding) ve topraklama tesisatı yapılmamaktadır. Borudan geçen suyun yarattığı statik elektrik en düşük seviyede galvanik malzemelerde korozyona neden olmakta ve eş potansiyel işlemi veya topraklama işlemi yapılmadığı takdirde insan hayatına zarar veren şoklara sebep olmaktadır.

2.1.4. Kullanım Sıcak Su Tesisatı

Sıcak su dağıtım sistemleri normalde 65°C maksimum akış sıcaklığında çalışır. Daha yüksek sıcaklıklar sadece belirli ihtiyaçlara hizmet sağlayan sınırlı bölümlerde uygulanabilir, örneğin bulaşık makinesi için 85°C gereklidir.

2.1.5. Kullanım Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları

Kullanım sıcak su tesisat boruları plastik borular haricinde genel olarak kullanım soğuk su tesisatı için de kullanılanlarla aynıdır. Tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir. Dolayısıyla, bu bölümde yukarıda verilen tablolar tekrar verilmemiş olup, sadece sıcak su boruları için kullanılacak plastik boru hatları için Tablo 2.1.6, 2.17 ve 2.1.8 tabloları verilmiştir. Diğer malzemeler için Kısım 2.1.3 deki Kullanım Soğuk Su bölümündeki tablolar aynen geçerlidir.

Tasarımcı tarafından tarif edilmiş, malzemelerin galvanik[1] seviyesi esas alınarak karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olunmalıdır.

Suyun sertliğine bağlı olarak su içerisinde çözünmüş minerallerin bir kısmı sıcaklığın dalgalanmasına bağlı olarak yaklaşık 45°C- 50°C arasında tesisat içerisinde çöker ve boru içlerinde kesit daralmasına sebep olur. Suyun kireci olarak adlandırılan bu tortular özellikle galvaniz borular dâhil birçok farklı boru cinsleri ve bağlantı metotları içinde sorun teşkil eder. Tesisatın yüksek noktasında bulunan hava atma armatürlerinde veya boru en alt seviyelerinde kesit daralmasına bağlı olarak değişen su hızlarından dolayı tesisatın ömrü kısalır. Ayrıca suyun sıcaklığına bağlı olarak boru tesisatında uzama ve kısalmalar, kullanılan boruların armatür, vana ve ekipmanlarla olan bağlantılarda suyun basıncı dışında fazladan gerilim (stres) yaratır. Boruları sabitlerken kullanılan destekler boruların uzama ve kısalma hareketlerinde sorun çıkartmayacak şekilde düzenlenmelidir.

Plastik esaslı boruların aşağıdaki tabloda uzama katsayıları verilmiştir. Plastik borular cinslerine göre incelendiğinde kullanım soğuk su tesisatında uygulamalarından farklılıklar göstermektedir. Ayrıca bazı boru cinsleri ABS gibi 45°C üzerinde kullanılması uygun değildir. Boru imalatçı kataloglarında basınç sınıfına karşı gelen sıcaklık değerlerinde kullanılmalıdır.

[1] *Galvanik enerji potansiyeli ve çeşitli metallerin tuzlu suya göre göre galvanik seviye dizilimleri ilgili bölümde listelenmiştir.*

Kullanım Sıcak Su için Plastik Esaslı Borular ve Bağlantı Elemanları

Tablo: 2.1.6 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınç Karşılığı Çalışma Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Kullanım Sıcak Su Hizmetleri	90 °C ye kadar	0-0,5 MPa	✓	✓	✓	✓1	✓	✓1	✓	✓	✓2
		0,5-1 MPa	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓2
		1-2 MPa		✓	✓		✓			✓	✓2

1. PVC-C ve HDPE borular 0-5 Bar aralığında kullanılabilmesine rağmen daha kırılgan olur.
2. CTP borular 0-20 Bar aralığında kullanılabilmesine rağmen 45°C sıcaklık üst sınırdır.

Tablo: 2.1.7 Plastik Esaslı Boru Uzama Katsayısı Oranı

Genleşme ve Kısalma Oranı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	GRP (CTP)
Bakır için Kabul Edilen Değer: 1	5,7	7,3	9,5	4,5	3	6,7	6,2	6	1,4-1,76

Tablo: 2.1.8 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Malzeme Cinsleri	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓	✓				
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	
Soket Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro-füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓	✓				✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. Bu konuda "üretici katalog bilgileri" esastır.

Yukarıda tarif edilen boru tesisatının detaylı teknik özellikleri, standartları, birleştirme metotları ile toprak altı veya üstü sabit ve kayar destekleme mesafeleri ilerleyen bölümlerde anlatılmıştır. Boruların topraklama ve eş potansiyel tesisatı, katodik koruma tesisatı, test devreye alma, temizleme, yıkama ve kabul işlemleri ile ilgili bölümler altında her bir boru cinsi için detaylı tarif edilmiştir. En önemli kısım boru ve bağlantı elemanları ile vanaların montaj öncesi korunması ve iç temizliği ve yıkama işlemleri sırasında hijyen kuralları gereği gerekli özenin gösterilerek içerisinde zararlı kimyasal atıkların kalmamasından emin olunması gerektiğidir.

Aksi belirtilmedikçe çalışma basıncının 1.5 katında statik basınç testleri basınçlı hava veya temiz su ile yapılmalıdır. Testler sırasında ekipmanların imalat basınç sınıflarının uygunluğunun kontrol edilerek basınç sınıfı uygun olmayanların bypass edilmesi malzeme cins farklılıkları veya yer altından yer üstüne çıkan katodik korumalı boruların mutlaka di-elektrik yalıtım flanş (flanş, kaplin, conta, soket vs.) ile korunması gerekir.

2.1.6. Termal Kullanım Sıcak Su Tesisatı

Termal kullanım sıcak su dağıtım sistemleri normalde 30°C- 45°C maksimum akış sıcaklığında çalışır. Genelde yeryüzüne çıktığı sıcaklık açık havuzlarda insan vücut sıcaklığı üzerinde 1°C- 2°C yüksek sıcaklıklara kadar kullanımına izin verilir. 45°C üzerinde kademeli olarak ya soğutulur ya da gereken sadece belirli ihtiyaçlara hizmet sağlayan sınırlı bölümlerde uygulanabilir. Örnek: hamam, sauna veya ısıtma serpantinlerinde 65°C.

Termal su genel olarak içindeki mineraller ve radyoaktif özelliklerden dolayı sınırlı süre banyo amaçlı kullanım gerektirdiğinden genelde ya açık havuzlarda ya da yarı kapalı havuzlarda kullanılabilir. Büyük bir kısmında içilmesi tavsiye edilmez. Yüksek paslandırma özelliğinden dolayı galvanizli veya normal dikişli borular ile paslanmaz çelik boruların kullanılması uygun değildir. Bakır, pirinç, bronz borular ve alaşımlarının yanı sıra çoğunlukla plastik esaslı borular tercih edilmektedir.

2.1.7. Termal Kullanım Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları

Termal kullanım sıcak su tesisat boruları genelde bakır, alaşımlı bakır (bronz, pirinç vb.), plastik esaslı borular ve CTP (GRP) borulardır. Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Tasarımcı tarafından tarif edilmiş, malzemelerin galvanik1 seviyesi esas alınarak karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olunmalıdır.

Suyun sertliğine bağlı olarak su içerisinde çözünmüş mineraller özellikle galvaniz borular dahil birçok farklı boru cinsleri ve bağlantı metotları için sorun yaratır. Ayrıca suyun sıcaklığına bağlı olarak boru tesisatında uzama ve kısalmalar, kullanılan boruların armatür, vana ve ekipmanlarla olan bağlantılarında suyun basıncı dışında fazladan stres yaratır. Boruları sabitlerken kullanılan destekler boruların uzama ve kısalma hareketlerinde sorun çıkartmayacak şekilde düzenlenmelidir.

Plastik esaslı boruların aşağıdaki tabloda uzama katsayıları verilmiştir. Plastik borular cinslerine göre incelendiğinde kullanım soğuk su tesisatında uygulamalarından farklılıklar göstermektedir. Ayrıca bazı boru cinsleri ABS gibi 45°C üzerinde kullanılması uygun değildir. Boru imalatçı kataloglarında basınç sınıfına karşı gelen sıcaklık değerlerinde kullanılmalıdır.

Tablo: 2.1.9 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınç Karşılığı Çalışma Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Termal Kullanım Sıcak Su Hizmetleri	65 °C'ye kadar	0-0,5 MPa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		0,5-1 MPa		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
		1-2 MPa		✓	✓		✓	✓		✓	✓

Plastik boruların uzama kısalması için BKZ. Tablo: 2.1-7 Plastik Esaslı Boru Uzama Katsayısı

Tablo: 2.1.10 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Malzeme Cinsleri	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	GRP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓	✓				
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	✓
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	✓
Soket Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro-füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓	✓				✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. Bu konuda **"üretici katalog bilgileri"** esastır.

2.2. KONDENSER VE SOĞUTMA SUYU BORULARI

2.2.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kısım soğutma grupları, açık ve kapalı devre kondenser, açık ve kapalı soğutma kule tesisat boruları için işletme basıncı 1 MPa ve 3 m/s altında akışkan hızı, su sıcaklığı -5 ºC ile 60 ºC arasında olan tesisat boruları içindir. Sıcaklığın ve basınçların bunu aşması gerektiği durumlarda, özel hükümler geçerli olur. Su hızı 3 m/s üzerine çıktığında borularda erozyon etkisi ortaya çıkmaktadır.

Bu tesisat türlerinde kullanılan en yaygın malzeme, standart korozyon önleyici antipas ile kaplanmış ve şantiyede tekrar astar ve son kat boya ile boyanmış siyah yumuşak dikişli çelik borudur.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru nadiren kullanılır. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Taşma boruları aksi belirtilmedikçe plastik veya pik demir borularla yapılmaktadır. 0 ºC altında çalışan sistemler dış ortam şartları 0 ºC altında olan yerleşimlerde plastik borular kırılgan oldukları için tercih edilmemelidir. Bu drenaj tesisatında özellikle pik boru kullanılmalıdır. Her ne kadar bu derlemenin parçası olmasa da bina içerisinde sıcaklık içeren borular plastik esaslı boruların sıcaklık limitleri dışında ise mutlaka pik boru tesisatı kullanılmalıdır. Normal su hattının üzerindeki termometre, manometre ve hava atma ağzı için sokolet veya veldolet ile açılan delikler, su drenaj ve boşatma hatları için galvanizli yumuşak çelik veya ana boru malzemesine uygun boru cinsi ağır seri kullanılacaktır.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

Üretici Linki: https://www.aydinglobal.com

Konvansiyonel Besleme ve Denge Tank Sistemleri

Genellikle soğutma grubu veya kondenser suyunun depolanabileceği yalıtılmış atalet (buffer) veya denge tankı; atmosfere açık borulama tesisatı ile buffer tanktan aldığı suyu soğutup soğutma devresini tamamladıktan sonra aynı tanka boşaltan veya daha düşük kapasiteli soğutma grubu ile kompresörün dur-kalk sayısını azaltmak ve sistem yükünün olmadığı zamanlarda soğutma suyu depolamak için yapılan sistemlerdir. Bu sistemler anlık soğutma yükü ihtiyacının yüksek olduğu endüstri tesislerinde sıcaklık dalgalanmalarını engellemek için yapılmaktadır. Tankın kendisi atmosfere açık olduğu için ayrıca genleşme tankına ihtiyaç duymaz ve enerji tasarrufu sağlar. Su atmosfere açık olduğu için kimyasal kullanımı daha yüksek olur. Aynı sistem kondenser devrelerinde de benzer amaçla kullanılır.

Basınçlı Kapalı Devre Sistemler

Basınçlı kapalı devre sistemleri atmosfere açık değildir. Normalde bir diyafram tipi genleşme tankı vasıtasıyla basınçlandırılır. Özellikle devrelerin tasarımı ve genleşme tank hesapları sistemin ilk doldurma su sıcaklığı ile işletme sıcaklığı arasında sıcaklık değişimi genleşme tankı kapasite ve çalışma basıncı ve tankların yerleşim yeri için daha hassas ve itinalı devreye alma süreçlerine ihtiyaç duyulur.

Pompalı Sistemler

Pompalı sistemler, soğutma grubu ve kondenser arası veya soğutma grubu ile kule arası uygun seçilmiş sirkülasyon pompaları tarafından basınçlı su devre dolaşımı ile çalışır.

Yoğuşma suyu tesisatı, klima santrallarının soğutma serpantinleri tavalarından, fankoil tavalarından, split klima iç ve dış ünitelerinin tavalarından gelen yoğuşma sularının toplanarak bina yağmur drenaj kanallarına kadar boşaltma sistemidir. Dünyanın birçok ülkesinde yoğuşma suyu kanalizasyon şebekelerine veya bina pis su tesisatına verilmeden önce bir toplama havuzunda nötralize edilir.

2.2.2. Kondenser Ve Soğutma Suyu Boruları Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Tablo: 2.2.1 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Şekilleri

KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 + A1 Orta Seri	✓3	✓3			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+ A1 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1:2019			✓		✓
Dişli Boru Bağlantısı	✓3				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Yivli Boru Bağlantısı	✓1	✓			
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓2	✓2			
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Yumuşak Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS 11 EN 10242	✓3				
Kaynaklı Boru Bağlantı Parçaları TS EN 10253-1	✓	✓	✓	✓	✓

1. Nominal çap DN50 mm'nin altında normalde kullanılmaz.
2. Sadece bağlantı parça imalatçısı tarafından önerilen borularda kullanılmalıdır.
3. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm'lik ebat hariçtir. Belirtilen çaplı borular ağır seri boru olacaktır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/su-tesisat-borusu

Tablo: 2.2.2 Bakır Borular ve Bağlantı Şekilleri

BAKIR BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-150**	**>DN150**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS EN 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Kapiler Yumuşak Lehimli Boru Bağlantısı	✓4				
Sert Lehimli Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓2	✓2			
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓3				

1. DN54 mm'den büyük çaplarda kullanılması önerilmez.
2. Sadece bağlantı parça imalatçısı tarafından önerilen borularda kullanılmalıdır.
3. Sadece 22 mm'ye kadar olan çaplarda mevcuttur ve düşük sıcaklık ve çalışma basıncında uygulanabilir.
4. Kılcal bağlantı elemanı kısıtlamaları için Madde 3.6.2'ye bakınız.

Tablo: 2.2.3 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Şekilleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-150**	**>DN150**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217/7-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Bu uygulamalar "Boru Bağlantı Elemanı Üreticisinin" talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.

Tablo: 2.2.4 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınca Tabi Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C PVC-U	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Soğutma ve Kondenser Soğutma Kule Sistemleri	-5°C ila 60°C	0-0,5 MPa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		0,5-1 MPa		✓	✓		✓		✓	✓	✓
		1-2 MPa		✓	✓		✓			✓	✓

NOT: 0°C altındaki sıcaklık uygulamalarında PVC-U, PP kesinlikle kullanılamaz. ABS ise sadece içme suyu dağıtım hatlarında kullanılabilir.

Tablo: 2.2-5 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Birleştirme Yöntemleri	ABS	PB	PEX	PVC-C PVC-U	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓					
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	
Soket Kaynak Yönteminle Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro Füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı						✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. Bu konuda "üretici katalog bilgileri" esastır.

2.3. KONFOR SİSTEMLERİ SOĞUTMA SUYU TESİSATI

2.3.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kısım endüstriyel ve ticari binaların konfor tesisatı klima havalandırma sistemleri, soğutma grupları, açık ve kapalı devreli kondenser ile açık ve kapalı soğutma kule tesisatı boruları için işletme basıncı 1 MPa ve 3 m/s altında akışkan hızı, su sıcaklığı 4 ºC ile 16 ºC arasında tesisat boruları içindir. Sıcaklığın ve basıncın bunu aşması gerektiği durumlarda, özel hükümler geçerli olur. Su hızı 3 m/s üzerine çıktığında borularda erozyon etkisi ortaya çıkmaktadır.

Bu tesisatta kullanılan en yaygın malzeme standart korozyon önleyici antipas ile kaplanmış ve şantiyede tekrar astar ve son kat boya ile boyanmış siyah yumuşak dikişli çelik borudur.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru nadiren kullanılır. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Taşma boruları aksi belirtilmedikçe plastik veya pik demir borularla yapılmaktadır. 0 ºC altında çalışan sistemler dış ortam şartları 0 ºC altında olan yerleşimlerde plastik borular kırılgan oldukları için tercih edilmemelidir. Bu drenaj tesisatında özellikle pik boru kullanılmalıdır. Her ne kadar bu derlemenin parçası olmasa da bina içerisinde sıcaklık içeren borular plastik esaslı boruların sıcaklık limitleri dışında ise mutlaka pik boru tesisatı kullanılmalıdır. Normal su hattının üzerindeki termometre, manometre ve hava atma ağzı için sokolet veya veldolet ile açılan delikler, su drenaj ve boşatma hatları için galvanizli yumuşak çelik veya ana boru malzemesine uygun boru cinsi kullanılmalıdır.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

Üretici Linki: https://www.aydinglobal.com

Konvansiyonel Besleme ve Genleşme Tank Sistemleri

Atmosfere açık genleşme tankı ile hava soğutmalı grubun çatı seviyesinde olduğu veya su soğutmalı soğutma grubun bina içerisinde alt kotlarda ve soğutma kulelerinin çatı seviyesinde olduğu sistemlerdir. Bu sistemler, küçük

sistemlerde anlık soğutma yükü ihtiyacının düşük olması veya endüstri tesislerinde sıcaklık dalgalanmaları gün içerisinde çok değişmediği için yapılmaktadır. Su, atmosfere açık olduğu için kimyasal kullanımı daha yüksek olur. Aynı sistem kondenser devrelerinde de benzer amaçla kullanılır.

Basınçlı Kapalı Devre Sistemler

Basınçlı kapalı devre sistemleri atmosfere açık değildir. Normalde bir diyafram tipi genleşme tankı vasıtasıyla basınçlandırılır. Özellikle devrelerin tasarımı ve genleşme tankı hesapları sistemin ilk doldurma su sıcaklığı ile işletme sıcaklığı arasında sıcaklık değişimi genleşme tankı kapasite ve çalışma basıncı ve tankların yerleşim yeri için daha hassas ve itinalı devreye alma süreçlerine ihtiyaç duyulur.

Pompalı Sistemler

Pompalı sistemler, soğutma grubu ve kondenser arası veya soğutma grubu ile kule arası uygun seçilmiş sirkülasyon pompaları tarafından basınçlı su devre dolaşımı ile çalışır.

Soğutma Serpantinlerinin Yoğuşma Suyu Sistemleri

Yoğuşma suyu drenaj hatları genel olarak plastik esaslı borular ile yapılır. Suyun içerisinde bulunan korozif minerallerden ve olası yüksek asit nedeniyle drenaj sistemi veya yağmur drenaj sistemine verilir. Kesinlikle kanalizasyon sistemi ve kanalizasyon sistemlerine bağlanan pompalı aktarma istasyonlarına nötralize edilmeden verilemez.

Not: Ülkemizde genel prensip olarak uygulanmakta olduğu tartışılır. Özellikle küçük ölçekli kısmi split sistemler ile soğutma yapılan bölümlerde iç ünite ve dış ünite drenaj bağlantılarının en yakın süzgece yapıldığı çokça sıklıkla görülmektedir.

2.3.2. Kondenser ve Soğutma Suyu Boruları Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

0 ºC altındaki sıcaklık uygulamalarında UPVC - PVC boru kullanılamaz. ABS boru sadece içme suyu dağıtım hatlarında kullanılabilir.

Tablo: 2.3.1 Dikişli siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 + A1 Orta Seri	✓3	✓3			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+ A1 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1:2019			✓		✓
Dişli Boru Bağlantısı	✓3				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Yivli Boru Bağlantısı	✓1	✓			
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓2	✓2			
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Yumuşak Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS 11 EN 10242	✓3				
Kaynaklı Boru Bağlantı Parçaları TS EN 10253-1	✓	✓	✓	✓	✓

1. Nominal çap 50 mm'nin altında normalde kullanılmaz.
2. Sadece bağlantı parça imalatçısı tarafından önerilen borularda kullanılmalıdır.
3. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebat hariçtir. Belirtilen çaplı borular ağır seri boru olacaktır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/su-tesisat-borusu

Tablo: 2.3.2 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217/7-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Bu uygulamalar "Boru Ekleme Parça Üreticisinin" talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.

Tablo: 2.3.3 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS EN 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Kapiler Yumuşak Lehimli Boru Bağlantısı	✓4				
Sert Lehimli Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓2	✓2			
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓3				

1. DN54 mm'den büyük çaplarda kullanılması önerilmez.
2. Sadece bağlantı parça imalatçısı tarafından önerilen borularda kullanılmalıdır.
3. Sadece 22 mm'ye kadar olan çaplarda mevcuttur ve düşük sıcaklık ve çalışma basıncında uygulanabilir.
4. Kılcal Bağlantı Elemanları kısıtlamaları için Madde 4.6.2'ye bakınız.

Tablo: 2.3.4 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınca Tabi Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C PVC-U	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Soğutma ve Kondenser Soğutma Kule Sistemleri	-5 °C ile 60 °C	0-0,5 MPa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		0,5-1 MPa		✓	✓		✓		✓	✓	✓
		1-2 MPa		✓	✓		✓			✓	✓

Tablo: 2.3.5 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Birleştirme Yöntemleri	ABS	PB	PEX	PVC-C PVC-U	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓					
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	
Soket Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro Füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı						✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. Bu konuda "üretici katalog bilgileri" esastır.

2.4. YANGIN SUYU TESİSATI

En yaygın kullanılan yangın tesisatı boru malzemesi, standart korozyona karşı antipas ile kaplanmış ve gerektiğinde şantiyede tekrar antipas sürüldükten sonra tesisat kodlarına göre renkli boyanan dikişli siyah yumuşak çelik borudur.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru nadiren kullanılır. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Ülkemizde Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (Bundan sonra kısaca Yönetmelik olarak anılacaktır), yeraltı hidrant hatlarında kullanılacak boru tiplerini vermemektedir. Yönetmelikte yangın söndürme sistemleri için referans gösterilen TS EN 12845 standardında da hidrant tesisatıyla ilgili bir veri bulunmamaktadır. Yönetmeliğin 5.maddesi, Türk Standartlarında yer almayan hususlarla ilgili diğer uluslararası standartların kullanılmasına izin vermektedir. Yangın söndürme sistemleri konusunda tüm dünyada en çok başvurulan standart, Amerikan NFPA standardıdır. NFPA 13, yağmurlama başlığı sistemleri standardı, NFPA 24 ise özel hidrant tesisatı standardıdır.

Toprak altında kalacak borular için muflu düktil borular, küçük çaplar için HDPE borular ve yeraltı ile yerüstü hidrant hatları için katodik koruma yapılarak, toprak üzerine çıkış noktalarında yalıtım flanş ile kullanılır.

Drenaj boruları ve yağmurlama sistemi, test vana tahliye sistemi tercih olarak yangın dayanıklılığı olan borular ile yapılmalıdır. Konu ile ilgili bina iç drenaj tesisatı pik borular ile yapılması tavsiye edilir. Su hattının üzerindeki drenaj hatları, sokolet ve veldolet metodu ile yapılmış, siyah yumuşak çelik boru kullanılabilir. Bazı tesisat türlerinde ve koşullarda bakır boru (anti statik tesisat için ve soğutulmuş odalarda), CPV-C veya genelde drenaj vanası sonrasında) ve düşük yangın sınıfı hatlarında veya ST33 galvaniz çelik ile veya çok özel kısımlarda paslanmaz çelikten olacaktır. Yağmurlama başlığı hatları siyah boru ile yapılır. Et kalınlığı dişli bağlantı yöntemi kullanıldığında minimum orta seri ve küçük çaplarda ağır seri boru kullanılarak yapılır. Diğer bağlantı yöntemlerinde tesisat basıncına bağlantılı olarak Sch 5'ten Sch 80'e kadar borular kullanılabilir.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

Üretici Linki: https://www.cayirovaboru.com/tr/urun-detay/7/yangin-tesisat-borulari

2.4.1. Yangın Tesisatı İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı

İşletme Koşulları

Yangın tesisatında yangın pompaları için en ekonomik maliyetli seçim için su basıncı 0,8 MPa (125 Psig) ve 0,126 m^3/s (2000 gpm) debi değerini geçmemelidir. Daha yüksek debi gerektiren sistemler birbirlerine paralel çalışan yangın pompaları 0,5 m^3/s (8000 gpm) debiye kadar birleştirilir. Yangın pompası debisi ile çalışma basıncı ve sistem basıncı tayininde, yangın pompalarının konulduğu zemin kodu ile hizmet verdiği bina son yangın söndürme tesisatı çıkışı, yatay binaların etrafında hidrant ile korunan alanların bulunması veya arazi kod farkları göz önüne alınarak seçim yapılması gerekir. Sistem test basıncı 16 Bar ve kullanılan cihazların anma basınçları 16 Bar olarak seçilir. Yangın tesisatının tamamı yangın sertifikalı ürünler tercih edilerek yapılmalıdır.

Belirtilen debi ve basınç üzerinde yapılacak tesisat, ayrıca özel olarak maliyet ve teknik açıdan irdelenerek aksi proje tasarımında belirtilmediği sürece yapılmamalıdır.

Yönetmeliğe göre hidrant çıkışlarında istenen basınç 7 Bar'dır. Sistemi besleyen pompaların nominal akış basınçları 0,8 MPa'dan az değildir. Yönetmeliğe göre yangın pompalarının kapalı devre basınçları, nominal akış basınçlarından %40 fazla olabilmektedir. Bu şartlarda tesisatta beklenmesi gereken basınç değeri 11 Bar'ın üzerinde olacaktır. Dolayısıyla kullanılacak boruların basınç sınıfı değeri en az PN 16 olmalıdır. Sistemde kullanılacak fitingler de borularla aynı çalışma basınç değerine sahip olacaktır.

Ortam sıcaklığı +4 ºC üzerinde olan binalarda ve/veya bina bölümlerinde ıslak borulu söndürme sistemi tesis edilmelidir. Ortam sıcaklığının +4 ºC altına düştüğü durumlarda kuru borulu sistem tercih edilmelidir. Ayrıca su sıcaklığı içinde üst limit değeri 48,9 ºC'dir.

NFPA standardı düktil ve plastik borularda, suyun darbe kuvveti uygulayacağı dirsek, te ve benzeri dönüş noktalarında destek blokları kullanmak gerekir. Destek blokları beton olmalıdır. Destek blok ölçüleri, borudan gelen kuvvetleri karşılayacak şekilde hesaplanır. Hesap yöntemi NFPA 13/ 6.6.1 ve A.6.6.1 maddelerinde verilmiştir.

Sistem Tanımı

Bu kitap, tüm binalarda yangın can güvenliği, kaçış, yangın soğutma ve yangın söndürme amaçlı tesis edilecek olan ıslak ya da kuru yangın söndürme sistemleri boru hatlarını kapsar. Dış sahada yeraltında kullanılacak borular, içinden ve/veya dışından kaplamalı dökme demir boru, düktil boru, CPVC boru ve sınırlı koşullarda da HDPE boru toprak don seviyesinin 30 cm (1 feet) altında kullanılır. Dış saha hidrant sistemleri yangın hidrant hesabı ve NFPA 24 madde 5.2.1.'e göre Hidrant besleyen boru hatları DN 150 çapı altında yapılamaz. Eğer yeraltı boru hattı hidrant beslemiyor ise aşağıda listelenmiş sınırlamalar ile DN150 altında yapılabilir. Bu sistemler, ıslak borulu olarak yağmurlama sistemi ve sabit boru hatları (yangın dolabı, itfaiye su alma ağzı, bina dışı hidrant sistemi) olarak sıralanabilir. Kuru borulu, ön tepkimeli ve köpüklü sistemlerde ise kuru boru tesisatı kullanılmaktadır.

NFPA 24/ 5.2.2 Boru Hattı Hidrant Beslemiyorsa;

1) Sistem sadece aşağıdaki sistemleri besliyorsa,
   a) Otomatik Yağmurlama Sistemleri
   b) Açık Yağmurlama Sistemleri
   c) Sabit Su Püskürtme Monitörleri
   d) Köpük Sistemleri
   e) Klas II Yedek Boru
2) Hidrolik hesaplar sonucu eğer ana boru toplam debiyi doğru basınçta karşılayabiliyor ise,
3) Hidrolik hesap yapılmadığı zaman ana besleme boru çapı, kolon boruları çaplarından en az bir çap büyük ise.

Üretici Linki: http://www.univa l.com.tr/tr/urun/UDJ-0901

2.4.2. Yangın Tesisatı Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir. Özellikle toprağa gömülü boru tesisat kısımlarında düktil borular, PVC ve HDPE borular kullanılır. Sınırlı mesafe

için katodik koruma yapılarak, PE kaplamalı dikişsiz çelik boru ve paslanmaz çelik borular da kullanılır. Yangın suyu nitelik olarak herhangi bir kaynaktan kullanılacağı için içerisindeki mineral, bakteri, yosun ve sertlik ölçümü yapılmadığı durumlarda dikişli borular tercih edilmez.

NFPA standardına bakıldığında, yeraltı hidrant borularının malzemesi konusunda çeşitli alternatiflere rastlanmaktadır. NFPA 13 Tablo 6.1.1.1 ve NFPA 24 Tablo 10.1.1.1 kullanılabilecek boru tiplerini göstermektedir.

Buna göre, düktil, beton, plastik, pirinç, bakır ve paslanmaz çelik boru kullanmak mümkündür.

Tablo: 2.4.1 Düktil Demir Borular ve Bağlantı Yöntemleri

DÜKTİL DEMİR DÖKÜM BORU	**Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları**			**Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları**	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN80-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Düktil Demir Döküm Muflu Borular ISO 2531-TS EN 545-EN 598 Boru İç Kaplama ISO 4179 Dış Kaplama ISO 8179 Polietilen Kaplama ISO 8180 Muf 200 Mikron Epoksi Kaplama	✓	✓	✓	✓	✓
Düktil Demir Döküm Boruları Bağlantı Muf ve Conta EN681-1		✓1	✓1	✓1	✓1
Düktil Demir Döküm Boruları Bağlantı Elemanları Flanş Ölçüleri EN 1092-2, ISO 7005-2 EN681-1		✓2		✓2	✓2
Düktil Demir Döküm Boruları Bağlantı Elemanları Flanş Adaptörleri Düktil /CTP/ Çelik Borular Flanş TS EN 1092-2 ISO 7005-2		✓1,2		✓1,2	✓1,2

1. MUF BAĞLANTISI -TYT Tip-Standart Tip-Tırnaklı contalı tip-Tespit halkalı tip-Ekspres (Mekanik) tip-Flanşlı tip
2. Et kalınlığı borular için C ve K Sınıf -Bağlantı Elemanı için K10- K12 Sınıf

Tablo: 2.4.2 Bakır Borular ve Bağlantı Şekilleri

BAKIR BORU	**Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları**			**Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları**	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Bakır Boru ASTM B88M, Tip L ve M.	✓				
Bakır Döküm Alaşım Bağlantıları ASME B16.26 ve ASTM B62	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı ASME B16.18	✓1				
Yivli Bağlantı Elemanları AWWA C606 862 kPa Üzeri Basınç	✓				
Bakır veya Bronz Sert Lehimli Boru Bağlantısı Manşon ASME B16.22 ve ASTM B75/B75M	✓	✓	✓	✓	✓

1. Bu tip bağlantı, 6 Bar'ın altında çalışan sistemler ile sınırlıdır. Nominal çap DN54 mm'nin üstündeki borular için önerilmez. Maksimum sıcaklık ve basınç limitleri için üreticiye danışın.

Tablo: 2.4.3 Dikişli siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

DİKİŞLİ VE DİKİŞSİZ SİYAH KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişsiz Çelik Çekme Siyah Boru TS EN ISO 3183 veya API 5L Orta Seri	✓3	✓3	✓	✓	
Dikişsiz Çelik Çekme Siyah Boru TS EN ISO 3183 veya API 5L Ağır Seri	✓	✓	✓	✓2	✓2
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri	✓1,3	✓1,3			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Orta Seri	✓1,3	✓1,3			
TS EN 10217-1; 2019 SRM Borular	✓	✓4		✓2,4	
Siyah Çelik Boru Kaynak Ağızlı ve Flanşlı Boru ve Bağlantı Elemanları TS EN 10217-1; 2019	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Dövme Çelik Dişli Boru Bağlantısı	✓3				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Yumuşak Dişli Manşonlu Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Yumuşak Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS EN 10242	✓3				
Yivli Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		

1. Sadece yangın dolabı hatlarında kullanılabilir.
2. Sınırlı olarak toprak altında kalan kısımlarda PE kaplamalı kullanılır.
3. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebat hariçtir. Bu çaplar ağır seri kullanılır.
4. Ülkemizde borular sadece 88.9 mm dış çapa kadar üretilmektedir.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/firesist-yangin-tesisat-borusu

Tablo: 2.4.4 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Şekilleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217-7,-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Bu uygulamalar "Boru Ekleme Parça Üreticisinin" talimatları doğrultusunda yapılmalıdır.

Kullanılması uygun olan plastik borular içinde basınçlı PVC borular, PE borular ve PVC-C borular bulunmaktadır. Genel olarak PVC kullanıldığı zaman döküm bağlantı parçaları ve hidrant bağlantılarında döküm adaptör kullanılarak tesisat yapılır.

Tablo: 2.4.5 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Plastik Esaslı	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
CPVC BORU (ASTM F442/F442M, 1207 kPa Basınç ve ''FM veya UL'' Direktifleri Olan	✓1				
CPVC 80 BORU ASTM F 437'e Göre Dişli Bağlantı	✓				
Soket Yapıştırma Yöntemi ASTM F 438'ye Göre Sch40 Bağlantı Elemanları ile	✓1			✓	
Soket Yapıştırma Yöntemi ASTM F 439'a Göre Sch 80 Bağlantı Elemanları ile	✓				
PVC AWWA C900 Standardında Üretilmiş				✓2	✓2
PE AWWA C906 Standardında Üretilmiş				✓3	✓3
HDPE AWWA C906 Standardında Üretilmiş				✓4	

1. 0,6 MPa ve altı için sadece sulu yağmurlama tesisatında kullanılır. Maksimum sıcaklık ve basınç limitleri için üreticiye danışın.
2. PVC borular DN 100- DN 300 arası borular ve bağlantı elemanları ile dış saha Su Besleme hatlarında kullanılır.
3. PE borular DN 100- DN 1575 arası borular ve bağlantı elemanları ile dış saha Su Besleme hatlarında kullanılır.
4. HDPE Borular DN 65-DN 150 arası borular ve Isıl ile füzyon kaynaklı bağlantı elemanları ile dış saha Su Besleme hatlarında kullanılır.

Ülkemizde üretilen borular içerisinde yeraltı yangın tesisatında kullanılması uygun olan ve uygulamada en çok kullanılan plastik boru HDPE borudur. Burada basınç sınıfına dikkat edilmelidir.

Üretici Linki: http://www.aquatherm.com.tr/

2.5. DÜŞÜK SICAKLIK SICAK SU TESİSATI

En yaygın malzeme standart korozyon önleyici antipas ile kaplanmış ve gerektiğinde şantiyede tekrar kaplanmış olarak kullanılan siyah yumuşak çelik borulardır.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru da sıklıkla kullanılabilir. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Taşma boruları, su hattının üzerindeki gösterge bağlantı delikleri ve drenaj hatları, galvanizli yumuşak çelik, bakır boru veya paslanmaz çelikten olacaktır.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

2.5.1. Düşük Sıcaklık Sıcak Su İşletme Koşulları Ve Sistem Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kitap, 90 ºC ve 1 MPa basınca kadar sıcak su sistemlerinde kullanılan boru tesisatını kapsar. Çalışma sıcaklığı ve basıncı gerek sıcaklığın korunması için ısı yalıtım, gerekse kazan dairesi ve insan geçiş alanlarındaki bölgelerde metal kaplama yapılmasını zorunlu kılar. Boru yalıtımı yüzey sıcaklığı 30 ºC üzerinde prensip olarak olamaz. Dış saha tesisat galerilerinde veya ortam sıcaklığı çok düşük olan yerlerde bulunan boruların yalıtımı, bulunduğu yer ve koşullar esas alınarak gerek yalıtım malzemesi cinsi ve kalınlığı, gerekse yalıtım üzerindeki malzeme cinsleri

değişir. İhtiyaca göre donma riskine karşı kesintili çalışan sistemlerde boru yalıtımı içerisinde elektrikli tel ile ısıtma devreleri de kullanılabilir

Sistem Tanımları

Sıcak su sistemleri, ısıtma cihazları, sıcak su kaloriferleri ve daha düşük sıcaklık gereksinimi olan, yerden ısıtma veya endüstriyel kurutma sistemlerinin ısı değiştirici hatlarını beslemek için kullanılır.

Sıcak su sistemleri, açık genleşme tanklı doğal sirkülasyon veya açık veya kapalı genleşme tanklı devreler için sirkülasyon pompaları ile basınçlandırılacaktır. Sıcak su tesisatında kullanılacak boru, bağlantı parçaları ve yardımcı sistemler için galvanik reaksiyon önlemi özenle dikkate alınmalıdır. Sıcak su tesisatı tasarım koşullarına uygun olarak malzeme ve boru seçilmelidir.

2.5.2. Düşük Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Aşağıda belirtilen boru ve bağlantı elamanları imalat ve montaj tipleri malzeme cinsine göre değişmektedir. Ayrıca yalıtım kalınlıkları, yalıtım üzeri kaplama kalınlıkları boruların seçim, montaj ve devreye alma süreçlerinde çok önemli rol oynamaktadır. Boru malzemelerinin gerek ekipmanlar ile bağlantı noktalarında gerekse taşıyıcı sitemler için galvanik reaksiyon çizelgelerinden faydalanılarak elektron geçişine engel olacak di-elektrik yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır.

Bağlantı metotları için bağlantı elemanı üreticisinin tavsiye ve talimatlarına göre boru ve bağlantı elemanı seçilmesi, montajı ve testleri esastır.

Tablo: 2.5.1 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR	**Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları**			**Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları**	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS EN 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Kapiler - Yumuşak Lehimli Boru Bağlantısı	✓2				
Alev ile Yapılan Sert Lehim Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. DN54 mm'den büyük çaplarda kullanılması önerilmez.
2. Bağlantı elemanları konusunda üretici tarafından belirtilen kısıtlamalara uyunuz.

Tablo: 2.5.2 Dikişli siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta Seri	✓2	✓2			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişsiz Siyah Çelik Boru TS EN 10216-1 API 5L			✓		✓
Dikişli Siyah Çelik Boru TS EN 10217-2019	✓2	✓2			
Dişli Boru Bağlantısı	✓				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Yivli Boru Bağlantısı	✓1	✓	✓		
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Temperlenmiş Demir Döküm Bağlantı Parçaları TS11 EN 10242	✓2				

1. DN 50 ve daha küçük çaplarda diğer bağlantıları tercih ediniz.
2. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebat hariçtir. Bu çaplar ağır seri kullanılır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/su-tesisat-borusu

Tablo: 2.5.3 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217-7,-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Sadece bağlantı elemanı üreticilerinin tavsiye ettiği borularla kullanılabilir.

Tablo: 2.5.4 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınç karşılığı çalışma Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Düşük Sıcaklık Sıcak Su Hizmetleri	20°C- 90 °C'ye kadar	0-0,5 MPa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		0,5-1 MPa	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
		1-2 MPa		✓	✓		✓			✓	✓

Tablo: 2.5.5 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Birleştirme Yöntemleri	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓	✓				
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			✓
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	
Uç (alın) Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	
Soket Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro Füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Yüksüklü Boru Bağlantısı		✓				✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. İmalatçı katalogları esastır.

2.6. ORTA SICAKLIK SICAK SU TESİSATI

En yaygın malzeme standart korozyon önleyici boya ile kaplanmış ve gerektiğinde şantiyede tekrar kaplanmış olarak kullanılan siyah yumuşak çelik borulardır.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru nadiren kullanılır. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Kapalı devre taşma boruları, su hattının üzerindeki gösterge bağlantı delikleri ve drenaj hatları, galvanizli yumuşak çelik, bakır boru veya paslanmaz çelikten olacaktır. Özellikle blöf yapılan yer süzgeçleri ile kimyasal içerikli sıcak su taşıyan hatlar için yüksek sıcaklığa dayanıklı komposit borular ve pik borular kullanılmalıdır.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

2.6.1. Orta Sıcaklık Sıcak Su İşletme Koşulları ve Sistem Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kitap, 90 ºC ve 120 ºC basınca kadar sıcak su sistemlerinde kullanılan boru tesisatını kapsar. Çalışma sıcaklığı ve basıncı gerek sıcaklığın korunması için ısı yalıtımı, gerekse kazan dairesi ve insan geçiş alanlarındaki bölgelerde metal kaplama yapılmasını zorunlu kılar. Boru yalıtım yüzey sıcaklığı 30 ºC üzerinde prensip olarak olamaz. Dış saha, tesisat galerilerinde veya ortam sıcaklığı çok düşük sıcaklık olan yerlerde bulunan borular bulunduğu yer ve koşullar esas alınarak gerek yalıtım malzemesi cinsi ve kalınlığı, gerekse yalıtım üzerindeki malzeme cinsleri değişir.

Sistem Tanımları

Bu bölüm, bölgesel, ticari ve endüstriyel binalar için yapılmış sıcak su ısıtma sistemi boru hatlarını kapsar. Sıcak su sistemleri, direkt sıcaklık yayıcılar, sıcak su kalorifer sistemleri, eşanjör devreleri ve daha düşük sıcaklık gereksinimi olan yerden ısıtma veya endüstriyel kurutma su sistemlerinin ısı değiştirici hatlarını beslemek için kullanılır.

Sıcak su sistemleri, açık genleşme tanklı ve doğal çevrimli sistemler ve açık veya kapalı genleşme tanklı devreler için sirkülasyon pompaları ile basınçlandırılacaktır. Sıcak su tesisatında kullanılacak boru, bağlantı parçaları ve yardımcı sistemler için galvanik reaksiyon özenle dikkate alınmalıdır. Sıcak su tasarım koşullarına uygun olarak malzeme ve boru seçilmelidir.

Üretici Linki: http://www.univalcom.tr/tr/urun/BLN-0201_BLN-0301

2.6.2. Orta Sıcaklık Sıcak Su Tesisatı Boru Seçim TablolarI

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Aşağıda belirtilen boru ve bağlantı elemanları için imalat ve montaj tipleri malzeme cinsine göre değişmektedir. Ayrıca yalıtım kalınlıkları, yalıtım üzeri kaplama kalınlıkları boruların seçim, montaj ve devreye alma süreçlerinde çok önemli rol oynamaktadır. Boru malzemelerinin gerek ekipmanlar ile bağlantı noktalarında gerekse taşıyıcı sitemler için galvanik reaksiyon çizelgelerinden faydalanılarak elektron geçişine engel olacak dielektrik yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır.

Bağlantı metotları içerisinde bağlantı elemanı üreticisinin tavsiye ve talimatlarına göre boru ve bağlantı elemanı seçilmesi, montajı ve testleri esastır.

Tablo: 2.6.1 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR	**Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları**			**Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları**	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS EN 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				
Kapiler - Yumuşak Lehimli Boru Bağlantısı	✓2				
Alev ile Yapılan Sert Lehim Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Sadece bağlantı elemanı üreticilerinin tavsiye ettiği borularla kullanılabilir.
2. 6 Bar basınç altında ve sıcaklık sınırlaması ile kullanılır. 54 mm dış çaptan büyük borular için kullanılması tavsiye edilmez

Tablo: 2.6.2 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

SİYAH KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta Seri	✓1	✓1			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişsiz Siyah Çelik Boru TS EN 10216-1, API 5L			✓		✓
Dikişli Siyah Çelik Boru TS EN 10217-2019	✓1	✓1			
Dişli Boru Bağlantısı	✓1				
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Yivli Boru Bağlantısı	✓2	✓	✓		
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Temperlenmiş Demir Döküm Bağlantı Parçaları TS11 EN 10242	✓1				
Kaynaklanabilir Bağlantı Parçaları TS EN 10253-1	✓	✓	✓	✓	✓
Sıkıştırmalı Bağlantı Parçaları	✓3	✓3			

1. Tavsiye edilen orta ağırlık yumuşak çelik borular için 65 mm'ye kadar çaplar için ağır seri kullanılır.
2. Yivli bağlantı 50 mm altında dış çap altında borular için kullanılması tavsiye edilmez.
3. Bağlantı parçaları ile kullanılan sızdırmazlık elemanları sıcaklık sınırları vardır ve 120 ºC altındadır. İmalatçı onayı olmadan bu malzemeler kullanılmamalıdır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/srm-tesisat-borusu

Tablo: 2.6.3 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217-7,-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Yüksüklü Boru Bağlantısı	✓1				

1. Sadece bağlantı elemanı üreticilerinin tavsiye ettiği borularla kullanılabilir.

Not: Prensip olarak paslanmaz çelik borular orta sıcaklık ısıtma devrelerinde kullanılsa da ileride açıklandığı üzere tüm paslanmaz çelik malzemeler liste olarak tavsiye edilmez.

2.7. YÜKSEK SICAKLIK ISITMA (KIZGIN SU) TESİSATI BORULARI

En yaygın malzeme standart korozyon önleyici boya ile kaplanmış ve gerektiğinde şantiyede tekrar kaplanmış olarak kullanılan siyah yumuşak çelik borulardır.

Boru hattı malzemesi olarak bakır boru nadiren kullanılır. Bakır boru kullanılması durumunda, boru bağlantı parçalarının ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Taşma boruları, su hattının üzerindeki gösterge bağlantı delikleri ve drenaj hatları, galvanizli yumuşak çelik, bakır boru veya paslanmaz çelikten olacaktır. Özellikle blöf yapılan yer süzgeçleri ile kimyasal içerikli sıcak su taşıyan hatlar için yüksek sıcaklığa dayanıklı komposit borular ve pik borular kullanılmalıdır.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

2.7.1. Kızgın Su İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kitap, 120 ºC üstü ve 1 MPa basınca kadar kızgın su sistemlerinde kullanılan boru tesisatını kapsar. Çalışma sıcaklığı, kişilerin yanmaya neden olmayacak şekilde yalıtılmış boru ve bağlantı parçalarıyla yanlışlıkla temasa karşı korunmaları gerektiği anlamına gelir. Sistemdeki herhangi bir sızıntı buhara yol açar ve bu çalışan sistemin yakınında ve kapalı alanlarda çalışırken haşlanma riski oluşturacağı dikkate alınmalıdır.

Sistem Tanımları

Bu kitap, ticari ve endüstriyel binalar için yapılmış kızgın su ısıtma sistemi boru hatlarını kapsar. Kızgın su sistemleri, ısıtma cihazları, sıcak su kaloriferleri ve düşük sıcaklıkta sıcak su sistemlerini ısı değiştirici hatlarını beslemek için kullanılır.

Tüm kızgın su sistemleri genelde suda çözülmeyecek asal gaz (AZOT) ile basınçlı kapalı genleşme tankı ve sirkülasyon pompaları ile basınçlandırılır. Kızgın su tesisatında kullanılacak bağlantı parçaları ve yardımcı sistemler, kızgın su tasarım koşullarına uygun seçilmelidir.

2.7.2. Kızgın Su Tesisat Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Tablo: 2.7.1 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217/7-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Boru Bağlantısı	✓	✓			

Not: Vidalı veya kaynaklı bağlantıların kullanımı, mevcut boru ve bağlantı parçaları tarafından belirlenir.

Tablo: 2.7.2 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-150**	**>DN150mm**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta Seri	✓1	✓1			
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 Ağır Seri	✓	✓		✓	
Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1; 2019			✓		✓
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Dişli Boru Bağlantısı	✓1				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Dövülebilir Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS EN 10242	✓1				
Kaynaklanabilir Bağlantı Parçaları TS EN 10253-1	✓	✓	✓	✓	✓

1. Orta seri çelik boru için 20,40 ve 65mm ölçüler hariçtir.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/kazan-ve-yuksek-basinc-borusu

2.8. BUHAR TESİSATI VE KONDENS HATTI TESİSATI

En yaygın malzeme standart korozyon önleyici yüksek sıcaklığa dayanıklı boya ile kaplanmış ve gerektiğinde şantiyede tekrar aynı nitelikte boya ile boyanan yumuşak siyah dikişsiz çelik borulardır.

Kondens drenajları ve dönüş hatları yumuşak çelik, galvanizli yumuşak çelik, bakır boru veya paslanmaz çelik olabilir. Tablo 2.8.1'e bakınız. Kullanılacak boru ve bağlantı elemanları minerallerden arındırılmış ve sertliği düşürülmüş su kullanıldığı için dikişli borular tavsiye edilmez, ancak bakır boru galvanik reaksiyon değerlerine göre en yaygın kullanılan malzemedir.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

2.8.1. İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu yayın, 1 MPa basınca kadar buhar sistemlerinde kullanılan boru tesisatını kapsar. Binalardaki çoğu buhar sistemi, 1 MPa için 184.1 ºC olan doymuş buhar sıcaklığında çalışır. Kızgın buhar, genel olarak enerji üretimi için kullanılır. Bu basınçta veya altında çalışan sistemler için çelik boru tasarımının bu basınç ve sıcaklığın detaylı stres analizine tabi olması gerekmez.

Kazan çıkışındaki buhar kesme vanasının akış yönündeki boru hattı için tasarım basıncı, BS 2790 ile uyumlu kazanlar için kazan tasarım basıncı veya tesis için BS 1113'e uygun olarak izin verilen maksimum çalışma basıncı olacaktır. Azami basıncı sınırlamak için koruyucu bir cihazın (emniyet vanası veya kapatma vanası) takıldığı durumlarda basınç azaltılabilir.

Yüksek çalışma sıcaklığı, kişilerin yanmaya neden olacak şekilde yalıtılmamış boru hattı veya bağlantı parçaları ile yanlışlıkla temasa karşı korunmaları gerektiği anlamına gelir. Kondens hattından herhangi bir sızıntı otomatik olarak buhar olur. Buhar sızıntıları görülmeyebilir ve havayı kapalı bir alandan uzaklaştırabilir. Çalışan sistemler yakınında ve kapalı alanlarda çalışırken haşlanma riski değerlendirilirken bu faktörler dikkate alınmalıdır.

Üretici Linki: http://www.unival.com.tr/tr/urun/BAF-0201

Sistem Tanımları

Bu kısım, ticari binalar ve küçük endüstriyel tesislerde kurulu buhar sistemleri boru tesisatını kapsar.

Buhar sistemleri, doğrudan tasarım amaçlı ısıtma cihazları, işleme için kullanılan ısı değiştiricilerinde, sıcak su üreticisi boylerlere ve ısı değiştirici aracılığıyla düşük sıcaklıktaki sıcak su sistemlerine doğrudan ısı sağlamak için kullanılır. Buhar, mutfak cihazları, nemlendirme ve sterilizasyon için de kullanılabilir. Üretilen buhar kullanma amacına göre ve besi suyu şartlandırılması ile minerallerden arındırılması ve sterilizasyonu, buharın dağıtım hattı boru cinsleri ve kullanılan vanalar ile kondens dönüş hatları boru cinsleri bir bütün olarak kullanım amacına göre seçilir ve projelendirilir.

Anlık buhar üretimi için küçük sistemlerde ve sıhhi kullanım için genelde su borulu paket buhar üreticileri çokça kullanılmaktadır. Genelde tüm malzeme paslanmaz çelik olarak kullanılmaktadır.

Yüksek kapasiteli duman borulu buhar kazanları, işletme süreci ve talep dalgalanmalarını yönetmek için endüstriyel amaçlı olarak kullanıldığında dikişsiz siyah çelik borular ile kullanılır.

Nemlendirme veya buhar enjeksiyonu için kullanılanlar dışındaki çoğu buhar sistemi, kondens dönüşlü buhar beslemesinden oluşur.

Özellikle blöf yapılan yer süzgeçleri ile kimyasal içerikli sıcak su taşıyan hatlar için yüksek sıcaklığa dayanıklı kompozit borular ve pik borular kullanılmalıdır.

2.8.2. Buhar Tesisatı ve Yoğuşma Hattı Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Tablo: 2.8.1 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-150**	**>DN150mm**	**DN150'e kadar**	**>DN150**
Bakır Boru TS EN 1057+A1	✓				
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓	
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı TS 1254 Kısım 2	✓1				
Kapiler-Kılcal TS 1254 Kısım 1	✓	✓	✓	✓	✓
Sert Lehimli Boru Bağlantısı TS 1254 Kısım 5	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓2	✓2			

1. 0,5 MPa'ın altında çalışan sistemler ile sınırlıdır. 35 mm'nin üstünde tavsiye edilmez.
2. Sadece havalandırmalı kondens borusu. Maksimum sıcaklık ve basınç limitleri için üreticiye danışın. Sadece bağlantı parçası imalatçısı tarafından önerilen borular ile kullanılmalıdır.

Tablo: 2.8.2 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

SİYAH KARBON ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1:2019	✓	✓	✓	✓	✓
Galvanizli Dikişli Normalize Çelik Boru TS EN 10217-2; 2019	✓2	✓2		✓	
Dikişsiz Siyah Çelik Çekme Boru TS EN 10216-2	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓3	✓3	✓3	✓3	✓3
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Dişli Boru Bağlantısı	✓1	✓			
Borudan Bükme Dirsek	✓1			✓	
Dövme Demir Malzemeden Bağlantı Parçaları ASME B16.11	✓1				
Kaynaklanabilir Bağlantı Parçaları ASME B16.9	✓3	✓3	✓3	✓3	✓3

1. 0,5 MPa'ın altında çalışan sistemler ile sınırlıdır. DN32 mm'den büyük çaplar için önerilmez.
2. Sadece kondens hattı için önerilir.
3. Kaynak ağızlı siyah boru, boru üretiminde galvanizlenebilir.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/kazan-ve-yuksek-basinc-borusu

2.9. BASINÇLI HAVA ve VAKUM TESİSATI BORULARI

Basınçlı hava tesisatı endüstriyel binalarda el aletleri çalıştırmak veya boyama işlemleri için, otomatik kontrol ekipmanlarını tahrik etmek için, plastik makinelerin şişe şişirme işlemleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük basınçlı hava (0,7 MPa) boru tesisatı devreleri için kullanıma göre çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Kullanılan malzemeler, tesisat işletme devresine göre borular standart galvanizli dikişli çelik, paslanmaz çelik, plastik (PP-Polipropilen, PE vs.), bakır, imalat sonrası galvanize daldırılmış siyah karbon çelik çekme, siyah karbon çelik çekme ve alüminyum borulardır.

Vakum tesisatı gerek kullanım amaçları gerekse teknik sınırlamalardan dolayı boru malzeme seçimi ve bağlantı teknikleri itina ile değerlendirme gerektirir. Prensip olarak vakum tesisatı sıvı akışkanlar dâhil çeşitli küçük kütleli malzemelerin taşınması için kullanılmaktadır. Sıvılarda vakum kavitasyon sorunu nedeni ile ideal yerçekimi ivmesi karşılığı sıvı akışkanın yoğunluğuna göre en fazla 9,8 mSS olur. Özellikle yanıcı patlayıcı sıvı taşımalarında patlama riski ciddi problemdir. Katı malzeme taşımalarında ise taşınan malzemenin boru yüzeyine sürtünmesi neticesi yarattığı statik elektrik benzer şekilde yangın ve patlama riskleri yaratır. İlaç sektöründe, tahıl taşıma için çokça kullanılmaktadır.

Özellikle malzeme seçiminde boru, bağlantı parçaları ve birleştirme yöntemlerinin seçimine özen gösterilmelidir. Tüm malzemelerin birbiri ile uyumlu olması ve korozyon oluşumuna karşın gerekli dayanım sağlanmış olmalıdır.

Tasarımcı/Uygulayıcı, seçilen boru devre elemanları ve malzemelerinin aynı hat üzerinde kullanılmasından dolayı, herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır.

Aşağıda verilen boru seçimleri için, yaygın kullanımı olan galvanizli çelik, paslanmaz çelik, plastik ve bakır boru tablolar verilmiştir. Ancak bunun dışındaki alüminyum ve benzeri diğer farklı malzeme kullanımları için, özel çalışma yaparak tasarımcı ve işveren onayı doğrultusunda kullanım mümkündür.

2.9.1. Basınçlı Hava ve Vakum İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu yayın, 0,8 MPa ve altı işletme basıncına kadar basınçlı hava sistemlerinde kullanılan boru tesisatını kapsar. Endüstriyel binalarda genellikle el aletleri 0,2-0,3 MPa arası çalışır, plastik kaplar 0,3-0,4 MPa arası basınçla kalıpta şişirilir. Hijyenik malzeme üretimlerinde hijyenik basınçlı hava, sağlık sektöründe ise hem steril hem de yağsız hava ihtiyacı olur.

Basınçlı hava kullanıldığı sektörün niteliğine bağlı olmak kaydı ile yağlı veya yağsız, normal hava, steril hava, nemli ve kuru hava gerekli debi miktarına göre tesisat için ihtiyaç duyulan boru cinsini ve kullanılacak tesisat ve bağlantı elemanlarını tarif eder.

Tesisat devresi içerisinde bulunan havanın nem yoğuşması tahliye edebilmek için borular sistematik olarak belirli aralıklar ile kademelendirilerek en alt noktalarda drenajlar yapılır. Ayrıca kullanıcı ekipmanına su gitmesini engellemek için de boru üst kodundan bağlantı hattı yapılır.

Vakum tesisatı ise negatif basınç altında çeşitli endüstri tesislerinde malzeme taşıma, nem kurutma, amaçlı kullanılmakta ticari binalarda ise esas olarak toz toplamak veya sıvıları boşaltmak amacı ile kullanılır. Genelde borular contalı (O-ring), kelepçeli ve yapıştırma muflu birleştirilir. Flanş kullanımı beraberinde (O-ring) kullanımını zorunlu kılar. Dolayısı ile yüksek vakum değerlerindekilerin dışındaki tesisatta sınırlı kullanımı mevcuttur.

Sistem Tanımları

Bu kısım, ticari binalar ve küçük endüstriyel tesislerde kurulu basınçlı (<862 kPa) hava sistemleri boru tesisatını kapsar.

Basınçlı hava sistemleri, doğrudan basınçlı hava kompresörleri üzerinden hava soğutucu ve sonrasında hava tanklarına gönderilir. Genelde ring boru devresi yüksek debili sistemlerde basınçlı kaplar standardı gereği işletme basıncına bağlı olarak, dişli, flanş, kaynaklı ve diğer boru cinsleri için farklı bağlantı elemanları ile kullanılır.

Otomasyon için kullanılan basınçlı hava (<207 kPa) devreleri gerek düşük basınç değeri gerekse ihtiyaç debisi nedeniyle küçük çaplarda borular dişli, yüksüklü, sıkıştırmalı veya kelepçeli bağlantı elemanları ile kullanılır.

Yüksek kapasiteli basınçlı hava debisi gerektiren işletmelerde dur-kalk süreci ve talep dalgalanmalarını yönetmek için endüstriyel amaçlı olarak kullanıldığında flanş ve sonradan galvaniz kaplanmış dikişsiz siyah çelik borular ile kullanılır.

Orta ve yüksek basınçlı hava sistemler (1 MPa ve üzeri) genelde pet şişe üretimi (5 MPa), yüksek basınç gerektiren işlemler için ayrı kurallar zinciri ile farklı malzemeler kullanılarak tesisat yapılır. Bu kitap bu kısmı kapsamaz.

Hijyenik steril basınçlı hava tesisatı ise genelde AISI 316 paslanmaz çelik malzeme ve flanş, yüksüklü, soketli ve kaynaklı kullanılır. Hastane ve medikal amaçlar için basınçlı hava ve vakum tesisatı işletme basınçları:

Tablo: 2.9.1 Medikal Basınçlı Hava ve Vakum Tesisat Basınç Değerleri

Tıbbi Basınçlı Hava	**MA**	345–380 kPa (50–55 psig)
Dişçi Basınçlı Hava	**DA**	620–655 kPa (90–95 psig)
Diş Laboratuvar B. Hava	**LA**	210–245 kPa (30–35 psig)
Tıbbi Laboratuvar B. Hava	**LA**	345–380 kPa (50–55 psig)
Ekipman Basınçlı Hava	**IA**	1100–1275 kPa (160–185 psig)
Proses Havası	**PA**	830–865 kPa (120–125 psig)
Vakum tesisatı		
Tıbbi Ameliyat Vakum	**MV**	51–65 kPa (15–19 in-Hg)
Diş Ameliyat Vakum	**DSV**	51–65 kPa (15–19 in-Hg)
Dişçi Ağız Boşaltma	**OE**	21–27 kPa (6–8 in-Hg)
Yüksek Debili Laboratuvar Toz Tahliye	**LDE**	10 kPa (3 in-Hg)
Anestezi Gaz Atık Tahliye	**WAGD**	21 kPa (6 in-Hg)b c

2.9.2. Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Basınçlı Hava Tesisat Boruları

Basınçlı Hava Devreleri (862 kPa ve Altı Basınç)

Tablo: 2.9.2 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

GALVANİZ ve SİYAH KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN40'ye kadar**	**DN50-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Siyah Karbon Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri dişli	✓				
Dikişsiz Siyah Karbon Çelik Boru TS EN 10255+ A1 Orta Seri		✓1	✓2	✓	✓2
TS EN 10217-1 SRM Galvaniz Borular	✓4,6	✓4,6		✓4,6	
Daldırma Galvaniz Kaplanmış Çelik Boru TS EN 10217-1 Ağır Seri	✓4	✓4	✓4	✓4	✓4
Çelik Çekme Siyah Boru TS EN 10216-1	✓1,4	✓1,4			
Daldırma Galvaniz Kaplı Dikişsiz Çelik Çekme Boru TS EN 10216-1			✓4	✓4	✓4
Kaynak Boyunlu Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓		
Yivli Boru Bağlantısı		✓5	✓5		
Dişli Boru Bağlantısı	✓3	✓3			
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓4	✓4	✓4	✓4	✓4
Borudan Bükme Dirsek	✓	✓		✓	
Galvaniz Yumuşak Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS EN 10242	✓1				

1. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebat hariçtir. Bu çaplar ağır seri kullanılır.
2. 150-250 mm Sch 40, 300 mm üzeri çaplarda et kalınlığı 10 mm seçilir.
3. 50 mm ve altı çaplar için siyah yumuşak dökme demir dişli malzemeler kullanılır.
4. Üretimden sonra galvaniz kaplama yalnız kaynaklı imalatlarda yapılır.
5. 65 mm ve üzeri çaplar için yumuşak bağlantı elemanları kullanılır. Malzeme üreticisinin tavsiyesine uygunluğu esastır. Üretici önerileri olarak özel malzemeler kullanılabilir.
6. Sadece 88,9 mm'ye kadar üretimi vardır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/kazan-ve-yuksek-basinc-borusu

Tablo: 2.9.3 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Şekilleri

PASLANMAZ ÇELİK	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN67-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217/7-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓	✓
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓	✓
Baskılı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1	✓1			
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓1				

1. Sadece boru bağlantı elemanı üreticisi tarafından önerilen borularla kullanılmalıdır.

Otomasyon için Basınçlı Hava Devreleri (207 kPa ve altı basınçlar için)

Tablo: 2.9.4 Bakır Borular ve Bağlantı Yöntemleri

BAKIR BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**65 mm'ye kadar**	**67-159 mm**	**>159mm**	**159 mm'ye kadar**	**>159 mm**
Bakır Boru TS EN 1057+A1 göre Tavlanmış BS2871 kısım1 Tablo X	✓				
Borudan Yapılan Geniş Dirsek	✓			✓	
Sıkı Geçmeli	✓1				
Yumuşak Lehimli Bağlantı Elemanı	✓				
Flanşlı Bağlantı	✓	✓	✓		
Pirinç Kaynaklı Bağlantı	✓	✓	✓	✓	✓
Yüksüklü Bağlantı Elemanı	✓1,2				
Yivli Boru ve Bağlantı Elemanları	✓1,2				

1. 54 mm'nin üstünde tavsiye edilmez. UL onaylı sadece 38'de en az 1380 kPa
2. Sadece boru bağlantı elemanı üreticisi tarafından önerilen borular ile kullanılmalıdır.

Tablo: 2.9.5 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınca Tabi Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	ABS	PB	PEX	PVC-C PVC-U	Çok katmanlı boru	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Basınçlı Hava ve Vakum Devreleri	20 °C	0-0,2 MPa	✓	✓	✓2	✓1	✓	✓2	✓3		
		0,2-0,8 MPa	✓			✓	✓				
		Vakum	✓			✓				✓	✓

1. Yapıştırma muflu olarak kullanılabilir. Genelde tavsiye edilmez.
2. ASTM D2239, Tip I, Kalite 2, sınıf C'ye uygunluk gerekir.
3. Oksijen Bariyerli malzemeler sınırlı çaplar için kullanılır.

Tablo: 2.9.6 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

Birleştirme Yöntemleri	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP
Dişli Boru Bağlantısı	✓					✓			
Yapıştırıcı Madde ile Boru Bağlantısı	✓			✓	✓				
Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓			
Termal Füzyon Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓					✓	✓	✓
Uç Kaynağı ile Boru Bağlantısı						✓	✓	✓	✓
Soket Kaynak Yöntem ile Boru Bağlantısı							✓	✓	✓
Elektro Füzyon Kaynak Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓				✓	✓		
Sıkıştırma Yöntemi ile Boru Bağlantısı		✓	✓		✓1				
Sıkı Geçme Yöntemi ile Boru Bağlantısı	✓	✓				✓			

1. Çok katmanlı borularda oksijen bariyeri tüm bağlantı elemanlarında sıkıştırma yöntemi uygun olmayabilir. İmalatçı katalogları esastır.

Vakum Sistemleri İçin Boru Sistemleri 100 Kpa (29.5” Cıva Vakum) Boru Seçimleri

Tablo: 2.9.7 Spiral Kaynaklı Boru Ölçüleri

SPİRAL KAYNAKLI BORU	
BORU ÇAPI	ET KALINLIĞI
DN (mm)	t=mm
300	3,18
350	3,58
400	4,37
450	4,78
550	5,56
600	6,35
700	7,14
750	7,92
900	9,53

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/spiral-kaynakli-hsaw-hat-borusu

Tablo: 2.9.8 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

GALVANİZLİ, SİYAH BOYUNA VEYA SPİRAL DİKİŞLİ KARBON ÇELİK BORU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN40'ye kadar**	**DN50-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Siyah Karbon Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Ağır Seri Dişli	✓				
Dikişli Siyah Karbon Çelik Boru TS EN 10255+ A1 Orta Seri		✓1	✓2	✓1	✓2
Tavlanmış Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1 Ağır Seri	✓	✓2	✓2	✓2	✓2
Çelik Çekme Siyah Boru TS EN 10216-1 Orta Seri	✓1,2	✓1,2	✓1,2	✓1,2	✓1,2
Daldırma Galvaniz Kaplı Dikişsiz Çelik Çekme Boru TS EN 10216-1			✓4	✓4	✓4
Spiral Kaynaklı Boru TS EN 10224			✓6	✓6	✓6
Kaynak Boyunlu Flanşlı Boru Bağlantısı		✓7	✓7		
Yivli Boru Bağlantısı		✓5	✓5		
Dişli Boru Bağlantısı	✓3	✓3			
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓4	✓4	✓4	✓4	✓4
Borudan Bükme Dirsek (Çelik Çekme Borular İçin)	✓	✓	✓	✓	✓
Galvaniz Yumuşak Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS EN 10242	✓1				

1. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebat hariçtir. Bu çaplar ağır seri kullanılır.
2. 50-200 mm Sch 40, tavlanmış dikişli ve dikişsiz çelik çekme borular için
3. 50 mm ve altı çaplar için siyah yumuşak dökme demir dişli malzemeler kullanılır.
4. Üretimden sonra galvaniz kaplama yalnız kaynaklı imalatlarda kullanılır
5. 65 mm ve üzeri çaplar için yumuşak bağlantı elemanları kullanılır. Malzeme üreticisi tavsiyesi uygunluğu esastır. Üretici önerileri olarak özel malzemeler kullanılabilir.
6. 150 mm üzeri borular 914 mm çapa kadar 2.9.7 no'lu tablodaki et kalınlıklarında kullanılır.
7. 67 mm ve üzerinde flanş boru et kalınlığında yan dövme çelik veya kaynak boyunlu çelik kullanılır.

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/kazan-ve-yuksek-basinc-borusu

2.10. YAKIT TESİSATI BORULARI

Fueloil yakıt tesisatı sistemlerinde iki farklı akışkanlık için genelde farklı tesisat yapılır. Aşağıda anlatılacağı üzere viskozite farklılıkları boru sistemlerindeki akışkanlığı sağlayacak basınç ve sıcaklıkta olmasını zorunlu kılar. Her iki viskozitedeki tesisat için de galvanizli çelik boru ve bağlantı parçaları ile yumuşak lehimli bakır birleştirmeler kullanılamaz.

En yaygın kullanılan malzemeler plastik boru ve yumuşak çeliktir. İngilizler bakır boru tesisatını da çokça kullanırlar. 65 mm ve üzeri ölçüler için bakır kullanımına, Müşteri ve Yüklenicinin mutabık kaldığında özel koşullar altında izin verilir.

Tasarımcı, malzemelerin karıştırılmasının herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığından emin olmalıdır. Tasarımcı, çalışma sıcaklığı, basınç ve kullanılacak dağıtım sistemi tipini bildirmelidir.

2.10.1. Yakıt Tesisatı İşletme Şartları ve Tesisat Sistemleri Tanımı

İşletme Koşulları

Bu kısım, ısıtma amaçlı ve proses için üretilen sıcak su, kızgın su ve buhar kazanları için brülörlerde kullanılan 1 MPa ve 90 ºC'ye kadar sıcaklıklarda çalışan fueloil yakıt tesisatı boruları içindir. Genelde aşağıda ticari isimleri yazılan petrol ürünleri viskozitesi nedeniyle dış ortam sıcaklığına bağlı olarak kalorifer yakıtı ve 6 numaralı ağır fueloil için ısıtmalı servis potu ve elektrikli ısı bandı ile boruların yalıtımına ihtiyaç duyar. 6 no'lu fueloil kalorifik değerinden dolayı kızgın su tesisatında tercih edilmektedir. Bu iki ürün için ağırlıklı olarak dikişsiz yumuşak siyah borular ve siyah SRM borular tercih edilir.

Ağır Nafta ve tarım dizeli genel olarak mazot diye adlandırılır ve özellikle kat kaloriferi ile yedek alternatif sistemleri olarak kullanılır. Prensip olarak bakır ve bakır türevleri ile galvanizli malzemeler boru hatlarında kullanılmaz.

Her iki tesisat türü için çevre düzenlemeleri ve yangın zorunlulukları kullanımda esastır.

Aşağıdaki yakıt türleri için viskozite değerleri; Viskozite - Centistoke (cSt)

BS 2869 Sınıf C2 (Kerosen) ağır nafta	1,5 cSt	@40°C
BS 2869 Sınıf D (Gas oil) jet yakıtı, tarım dizeli	1,5 - 5,5 cSt	@40°C
BS 2869 Sınıf E (light Fuel oil) şimdilerde kullanılmıyor	8,2 cSt	@100°C
BS 2869 Sınıf F (Orta Fuel oil) kalorifer yakıtı	20 cSt	@100°C
BS 2869 Sınıf G (Ağır Fuel oil) 6 numara	40 cSt	@100°C

Sistem Tanımları

Bu bölüm; ticari ve endüstriyel binalara tesis edilmiş olan ısıtma kazanları için günlük ve aylık depolanan yakıt sisteminde aylık depo doldurma devresi, aylık depo ve günlük depo arası boru tesisatı, günlük depo brülör arası gidiş ve dönüş devrelerinde kullanılan boru tesisatını kapsar.

Atmosferik Tanklardan Yerçekimi Kuvveti ile Besleme

Yüksek bir yere konumlandırılmış aylık veya daha uzun süreli büyük kapasiteli atmosferik yatay veya dikey tanklar, yerçekimi kuvveti ile besleme sistemleri vasıtası ile bina içi günlük atmosfere açık tankları besler. Gerek tanklar gerekse boru devreleri herhangi bir kaza ile taşma, kırılma, yarılma durumlarında yakıtın çevreye zarar vermemesi için yakıt miktarının %110 kapasitesinde sızdırmaz havuzlarla sınırlandırılır.

Yakıt Transfer Sistemleri

Ana yakıt tankı ile günlük tanklar arasında kot farkı yok ise veya serbest akış için sürtünme kayıplarını yenecek yeterli boru ölçüsü mümkün değil ise, fueloil gerek tankerden ana tanka transferi, gerekse ana yakıt tankından pompa yardımı ile günlük yakıt tanklarına yapılır.

Pompalı Sistemler

Genel olarak günlük tank ile servis potu veya brülör arası transfer hatları kapalı devrelerdir ve fueloil sistemleri pompa kuvveti ile sirkülasyon sağlar ve yakıt dönüşü yine günlük yakıt tankına olur. Çok soğuk iklimlerde bulunan dış sahadaki boru hatları genelde ısıtmalı ve termal yalıtım ile kaplı aynı zamanda ana tank ile günlük tank arasında kapalı devre pompalı sistem ile yapılabilir.

2.10.2. Fueloil Sistemleri Boru Seçim Tabloları

Bu tablolar, kullanılan farklı malzemeler, birleştirme yöntemleri ve kullanım yerleri için rehberlik etmektedir.

Tablo: 2.10.1 Dikişli Siyah ve Galvaniz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

SIVI YAKIT (FUELOİL, MOTORİN, PETROL) BORUSU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları		Dolum, Havalandırma ve Boşaltma	
Nominal Boru Çapı	**DN50'ye kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255 +A1 Orta Seri	✓2	✓2				✓2	
Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Ağır Seri	✓	✓		✓1		✓	
Siyah Çelik TS EN 10217-1'e göre SRM Boru	✓	✓3		✓1.3		✓3	
Dikişsiz Çelik Boru TS EN 10216-2 / API5L	✓	✓	✓	✓1	✓1	✓	✓
Dişli Boru Bağlantısı	✓2					✓2	
Kaynaklı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓1	✓1	✓	✓
Kaynak Borulu Flanşlı Boru Bağlantısı	✓	✓	✓			✓	✓
Borudan Bükme Dirsek	✓			✓		✓	
Dövülebilir Dökme Demir Bağlantı Parçaları TS EN 10242	✓2					✓	
Kaynaklanabilir Bağlantı Parçaları TS EN 10253-1	✓	✓	✓	✓1	✓1	✓	✓

1. Yer altına gömülen borularda ya çift cidarlı ya da yalıtımlı ve katodik koruma zorunludur.
2. Orta seri borular için 20, 40 ve 65 mm ebatlar hariçtir. Bunlar ağır seri boru olacaktır.
3. Ülkemizde sadece 88,9 mm dış çapa kadar üretilmektedir.

Tablo: 2.10.2 Paslanmaz Çelik Borular ve Bağlantı Yöntemleri

FUELOİL YAKIT BORUSU	Erişilebilir Alanlardaki Montaj Uygulamaları			Doğrudan Erişimsiz veya Kalıcı Olarak Gizlenmiş Alanlardaki Montaj Uygulamaları	
Nominal Boru Çapı	**DN65'e kadar**	**DN65-DN150**	**>DN150**	**DN150'ye kadar**	**>DN150**
Dikişli/Dikişsiz Paslanmaz Çelik Borular AISI 304/316, TS EN 10217/7-TS EN 10296-2, TS EN 10216-5, ASTM A312	✓	✓	✓	✓1	✓1
Kaynaklı Birleşim ile Boru Bağlantısı	✓	✓	✓	✓1	✓1

1. Sadece boru üreticisi tarafından önerilen borularda kullanılmalıdır.

Tablo: 2.10.3 Plastik Esaslı Boru Çalışma Sınırları

Uygulama	Basınca Tabi Sıcaklık (°C) Aralığı	20 °C'de Tipik Basınç Aralığı	PE-X	PE80
Akaryakıt Sistemleri	20 °C ila 90 °C	0-0,5 MPa	✓	✓
		0,5-1 MPa	✓	✓
		1-2 MPa	✓	

Tablo: 2.10.4 Plastik Esaslı Boru Bağlantı Yöntemleri

FUELOİL YAKIT BORUSU	Erişilebilir			Yeraltı	
Nominal Boru Çapı	65 mm'e kadar	65-150 mm	>150 mm	150 mm'e kadar	>150 mm
Plastik Boru PE-X Boru ve Bağlantı Parçaları				✓1,2	✓1,2
Plastik Boru PE80 Boru Tesisatı ve Bağlantı Parçaları				✓1,2	✓1,2

1. Yer altına gömülen borularda ya çift cidarlı ya da yalıtımlı ve katodik koruma zorunludur.
2. Sadece bağlantı parçası üreticisinin özel olarak tavsiye ettiği boru ile kullanılır.

2.11. DOĞALGAZ TESİSATI BORULARI

Bu bölüm özellikle doğalgaz tesisatı ve bu tesisata ait kuralları bir bütün olarak içerdiği için kitabın diğer kısımlarından farklı olarak kaleme alınmış ve belirtilmiş olan yerel kuralların üzerindeki tüm standartlar da aynı zamanda geçerlidir. Sadece ülke içerisinde yapılmakta olan doğalgaz tesisatı için bahis edilen konular geçerlidir. Ülke dışında yapılan gaz tesisatı için uluslararası norm ve standartlar veya işin yapıldığı ülkedeki standarlar esastır.

Doğalgazın konutlar, ticari tesisler ve sanayide,
- Gaz Dağıtım Şirketleri-GDŞ (İGDAŞ, Başkent Gaz vb) ve Organize Sanayi Bölgelerince (OSB) aboneye arz edildiği gaz teslim noktası sonrasındaki doğalgaz tesisatı (İç Tesisat) ile
- Düşük basınç (0,2 MPa altı) - gaz fazındaki LPG tesisatında kullanılan borular ve bağlantı elemanları seçimi ile imal usulleri hakkında bilgi verilecekir.Yapı ve endüstriyel tesis tasarımcıları, sistem seçimi yapan mühendis, mimar ve diğer disiplinlere referans bilgi sağlamak amaç edinilmiştir.

Bu nedenle içerikteki bilgiler, doğalgaz tasarım ve uygulamaları yapan sertifikalı firma ve mühendisleri ile aynı iş kolunda imalat yapanların (usta-kaynakçı-montör vb) ihtiyaçlarını tümü ile karşılayacak detayda hesap ve imal usullerini kapsamayacaktır.

Yerli pazarda kullanılacak malzeme ve imal usullerine değinilecek olmakla beraber, doğalgaz tesisatında tüm tasarım-hesap, uygulama, bakım ve onarım iş ve işlemlerinin yanı sıra, malzeme seçiminin de "EPDK Doğal Gaz Piyasası Sertifika Yönetmeliği" kapsamında sertifika almış firmalar ve gerçek kişiler tarafından yapılması zorunludur. Ayrıca TS EN ISO/IEC 17024 standardı doğrultusunda, "Doğal Gaz İç Tesisat Mühendis Yeterlilik Sertifikası" ile "Endüstriyel Tesislerin Doğal Gaza Dönüşümü Mühendis Yeterlilik Personeli Sertifikası" sahibi makine mühendisleri tarafından tasarlanması ve MYK Mesleki Yeterlilik Belgesi olan ustalar (kaynak-montaj) tarafından yapılması, yaptırılması zorunludur.

İmalat, montaj, kaynaklar ve bakım işlerini yapacak usta vb. personel için MYK Mesleki Yeterlilik Belgeleri:
- Doğal Gaz Çelik Boru Kaynakçısı-Seviye 3,
- Doğal Gaz Polietilen Kaynakçısı-Seviye 3,
- Isıtma ve Doğal Gaz İç Tesisat Yapım Personeli-Seviye 3,
- Doğal Gaz İşletme ve Bakım Personeli-Seviye 4 olmalıdır.

EPDK Lisans sahibi şirket (GDŞ) ve OSB'lere ait iç tesisatta hiçbir şekilde standart dışı malzeme ve ekipman kullanılamaz. Ancak standardı bulunmayan malzeme ve ekipman içinde, kalite uygunluk belgesine sahip olma şartı aranır. GDŞ ve OSB tesislerinde kullanılacak olan mamul ve sistemler için ancak belirtilen TS standartlarının üzerinde, kalite kriterleri veya teknik esaslara sahip ürünler için izin onayı oluşturabilir.

Doğalgaz tesisatının tasarım ve uygulama onayları ile gaz kullanımı için uygunluk belgelerinin verilmesi de ülke çapında lisans sahibi GDŞ, OSB ve EPDK sertifikalı müşavirlerin yetki ve sorumluluğundadır. Projelerin resmi kaydı (sicili) da bu yetki ve sorumluluk kapsamındadır. GDŞ ve OSB'ler yetki ve sorumluluklarını müşavir firmalar ile tercihen paylaşmaktadırlar. Doğalgaz alımlarını direkt ana gaz dağıtım firmalarından (BOTAŞ, SHELL vb.) ve LNG veya CNG tedarikçilerinden sağlayan veya sağlamak zorunluluğu olan tüketicilerin tesisatının tüm aşamalardaki onay ve kayıtlarının ise EPDK sertifikalı müşavirlerce yapılması zorunludur.

LPG tesisatında ise ilgili standartlara (TS1446-TS 2179) göre uygulama yükümlülüğü ve tesisatın kaydı ve arşivlemesi gaz satışını yapan firmalar ile yatırımcının sorumluluğundadır.

2.11.1. Boru Çeşitleri ve Kullanılan Yerler

Çelik Borular

TS EN ISO 3183'e uygun astar boyalı ve PE kaplı olarak Kalite A veya B çelik malzemeden ERW (düz dikişli kaynak) metodu ile üretilen çelik borular doğalgazda en yaygın kullanım alanına sahiptir. DN 300 çapa kadar, ilerde anlatılacak zorunluluklar dışındaki tüm uygulamalarda da kullanılabilmekte veya tercih edilebilmektedir. DN100-300 çaplarındaki tüm imalatlar ise API 5 L standardında ERW metodu ile üretilmektedir. Toprakaltı, şaft, rutubetli ortam ve atmosfere açık çatı uygulamalarında polietilen kaplı, iç ve çatı dışı atmosfere açık ortamlarda ise düz astar boyalı çelik borular kullanılır.

Tüm doğal gaz boruları 6 m boyda 30°standart kaynak ağızlı üretilir. 45° ve 60° kaynak ağzı, 12 m veya farklı boylarda ise ancak özel isteğe bağlı olarak üretilebilmektedir.

Burada tanımlanan doğalgaz çelik boruları, TS1446-TS 2179 esas olmak üzere toprakaltı ve üstü LPG tesisatında; gaz fazında ve 0,2 MPa altı basınç koşullarında kullanılabilmektedir.

TS EN ISO 3183'e göre imal edilen boruların nominal çaplarına göre diğer ölçüleri Tablo 2.11.1'de verilmiştir.

Tablo 2.11.1 Doğalgaz Çelik Boru Ölçü ve Et Kalınlıkları

Anma Çapı (mm)	Dış Çap (mm)	Cidar Kalınlığı (mm)	İç Çap (mm)
15	21,3	2,8	15,7
20	26,9	2,9	21,1
25	33,7	3,4	26,9
32	42,4	3,6	35,2
40	48,3	3,7	40,9
50	60,3	3,9	52,5
65	73	5,2	62,6
80	88,9	5,5	77,9
100	114,3	6	102,3
125	141	6,6	127,8
150	168,3	7,1	154,1
200	219,1	8,18	202,7
250	273	9,27	254,5
300	323	9,5	304

Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/dogal-gaz-borusu

Polietilen (PE) Borular

TS EN 1555-1-2-3+A1' e uygun polietilen borular maksimum 0,4 MPa basınca kadar toprakaltı uygulamalarda kullanılır. Nominal çaplarına göre diğer ölçüleri aşağıda Tablo 2.11.2'de verilmiştir.

Tablo 2.11.2 Doğalgaz PE Boru Ölçü ve Et Kalınlıkları

Anma Dış		
Çapı (mm) DN	**En Küçük Et Kalınlıkları (mm) SDR11**	**İç Çap (mm)**
20	3	14
32	3	26
40	3,7	32,6
63	5,8	51,4
90	8,2	73,6
110	10	90
125	11,4	102,2

İç tesisatta kullanılan PE borular yüksek yoğunluklu (PE 80 HDPE), sarı renklidir, standart boyut oranı SDR 11'dir.

Burada tanımlanan doğalgaz PE borular TS1446-TS 2179 esas olmak üzere toprakaltı LPG tesisatında; gaz fazı ve 0,2 MPa altı basınç koşullarında kullanılabilmektedir.

Bükülebilir Hortum Takımları- BLH

TS EN 15266'ya uygun bükülebilir ondüle hortum tipi borular konutlarda sayaç sonrası gaz basıncı azami 21 mbar olan daire içi uygulamalarda (mutfak ve kombi hatları) kullanılır. BLH takımının imalatında normalizasyon ısıl işlem yöntemi uygulanmalıdır. Nominal çaplarına göre diğer ölçüleri aşağıda Tablo 2.11.3'de verilmiştir.

Tablo 2.11.3 Doğalgaz Bükülebilir Hortum Takımı Boru Ölçü ve Et Kalınlıkları

Nominal Çap	İç Çap (mm)	Dış Çap (mm)	Sac Kalınlığı (mm)	Kaplama Kalınlığı	Tolerans (_+) (mm)	Minimum Bükülme Yarıçapı (mm)
DN15	15	19,8	0,2	0,8-1	_+0,2	20
DN20	20,7	26,4	0,2	1-1,2	_+0,3	25
DN25	24,5	31,3	0,25	1,2-1,5	_+0,3	30
DN32	33	39,5	0,25	1,2-1,5	_+0,3	40

Bakır Borular

TS EN 1057+A1'e uygun dikişsiz bakır borular konutlarda sayaç sonrası gaz basıncı azami 21 mbar olan daire içi uygulamalarda (mutfak ve kombi hatları) kullanılır. Nominal çaplarına göre diğer ölçüleri aşağıda Tablo 2.11.4'te verilmiştir.

Tablo 2.11.4 Doğalgaz Bakır Boru Ölçü ve Et Kalınlıkları

Nominal Çap	Dış Çap (mm)	Boru Et Kalınlığı (mm)
DN15	18	1
DN20	22	1
DN25	28	1,5
DN32	35	1,5

Burada tanımlanan bakır borular, TS1446-TS 2179 esas olmak üzere toprak üstü-bina içi LPG tesisatında; gaz fazı ve 0,2 MPa altı basınç koşullarında kullanılabilmektedir.

2.11.2. Yapım ve Birleştirme Metotları Kullanım Yerleri

Aşağıdaki 2.11.5 ve 2.11.6 no'lu tablolar, yukarıda verilen doğalgaz borularının birleştirme yöntemleri ile kullanım yerlerini veya kullanım sınırlarını göstermektedir. Uygulama ile ilgili önemli ve tablo içeriğinde olmayan diğer detaylar ise tabloların devamında belirtilmiştir.

Tablo 2.11.5 Konut Uygulamaları

<table>
<tr><th rowspan="2">ÇAP</th><th colspan="5">KONUT UYGULAMALARINDA</th><th colspan="2">ARMATÜR ve CİHAZ MONTAJLARINDA</th></tr>
<tr><th>TOPRAK ALTI (1)</th><th>BİNA İÇİ</th><th>DAİRE İÇİ SAYAÇ SONRASI</th><th>ŞAFT GALERİ (1)</th><th>ATMOSFERE AÇIK ÇATI (1)</th><th>300 mbar altı</th><th>300 mbar üstü</th></tr>
<tr><td colspan="8">ÇELİK BORULAR</td></tr>
<tr><td>DN15-20</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="2">Dişli kaynaklı</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="2">Dişli</td><td rowspan="4">Flanşlı (2)</td></tr>
<tr><td>DN25</td><td rowspan="3">Kaynaklı</td><td rowspan="3">Kaynaklı</td><td rowspan="2">Kaynaklı</td><td rowspan="2">Kaynaklı</td></tr>
<tr><td>DN32-50</td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="2">Flanşlı (2)</td></tr>
<tr><td>DN65-80(3)</td><td rowspan="2">Kaynaklı +NDT</td></tr>
<tr><td>DN100 ve üstü</td></tr>
<tr><td colspan="8">POLİETİLEN BORULAR</td></tr>
<tr><td>DN20-125</td><td>Füzyon kaynağı</td><td colspan="4">-</td><td colspan="2">Flanşlı-füzyon kaynağı</td></tr>
<tr><td colspan="8">BÜKÜLEBİLİR HORTUM TAKIMLARI</td></tr>
<tr><td>DN15-32</td><td>-</td><td></td><td>Özel sıkı geçme birleştirme elemanı ile</td><td>-</td><td></td><td>Dişli armatüre uygun özel geçiş parçası</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="8">BAKIR BORULAR</td></tr>
<tr><td>DN15-32</td><td>-</td><td></td><td>Sert lehim tekniği</td><td>-</td><td></td><td>Sert lehimle birleştiren özel dişli geçiş parçası</td><td>-</td></tr>
</table>

Tablo 2.11.6 Sanayi Uygulamaları

<table>
<tr><th rowspan="3">ÇAP</th><th colspan="8">SANAYİ-BÜYÜK TÜKETİMLİ TESİS UYGULAMALARINDA</th></tr>
<tr><th colspan="3">TOPRAKALTI*</th><th rowspan="2">YAPI İÇİ</th><th rowspan="2">ŞAFT GALERİ (1)</th><th colspan="2">DIŞ ORTAM</th><th rowspan="2">ATMOSFERE AÇIK ÇATI (1)</th></tr>
<tr><th>300 mbar altı</th><th>300 mbar -4bar</th><th>4bar üstü</th><th>300mbar altı</th><th>300mbar üstü</th></tr>
<tr><td colspan="9">ÇELİK BORULAR</td></tr>
<tr><td>DN15-20</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="2">Kaynaklı</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>DN25</td><td rowspan="2">Kaynaklı</td><td rowspan="3" colspan="2">Kaynaklı +NDT (3)</td><td>Kaynaklı</td><td>Kaynaklı</td><td rowspan="2">Kaynaklı +NDT</td><td>Kaynaklı</td></tr>
<tr><td>DN32-50</td><td rowspan="2">Kaynaklı +NDT</td><td rowspan="2" colspan="2">Kaynaklı +NDT</td><td rowspan="2">Kaynaklı +NDT</td></tr>
<tr><td>DN65-80(3)</td><td rowspan="2">Kaynaklı +NDT</td></tr>
<tr><td>DN100 ve üstü</td></tr>
<tr><td colspan="9">POLİETİLEN BORULAR</td></tr>
<tr><td>DN20-125</td><td colspan="2">Füzyon kaynağı</td><td>-</td><td colspan="5">-</td></tr>
</table>

(1) Toprakaltı, şaft, galeri ve atmosfere açık çatı ortamlarında, özel izinle bina dış cephesinden uygulamalarda kullanılacak çelik borular polietilen kaplı olmalıdır. 4 bar altındaki kısa mesafeli (100 m altı) toprakaltı uygulamalarda polietilen kaplı çelik boru tercihen kullanılır.

(2) Boru birleştirmelerinde flanş ancak özel koşullarda otoritenin özel izni ile kullanılabilir

(3) Tahribatsız muayene (radyografik test-NDT) talebi ilgili GDŞ, OSB şartnamelerinde tanımlanmaktadır ve bölgelere göre olası farklılıklara dikkat edilmelidir. Örnek: İGDAŞ Tablo 2.11.6'ya göre NDT talep etmektedir.

2.11.2.1. Çelik Borular

Birleştirme Metotları

Başlıca birleştirme metotları dişli, kaynaklı ve kaynak boyunlu flanş bağlantıdır.

Dişli birleştirme sayaç sonrası daire içi doğalgaz tesisat boruları için (ocak, soba, şofben ve kombi bağlantıları), cihaz ve armatür bağlantılarında kullanılır.

Kaynaklı birleştirme, TS 8414 EN 14163'e uygun olarak konutlarda sayaç sonrası daire içi doğalgaz tesisatı dışındaki tüm çelik borulamalarda kullanılması halihazır şartname ve yönetmelikler kapsamında zorunludur.

TIG, oksijen ve tüm elektro ark kaynak usulleri uygulanabilmektedir. Kaynaklı birleştirmelerde hangi koşullarda tahribatsız muayene (radyografik test-NDT) testine uygunluk aranacağı ise ilgili GDŞ, OSB şartnamelerinde tanımlanmaktadır ve bölgelere göre farklılık arz etmektedir.

Kaynaklı birleştirmelerde DN65 ve üstü çaplarda 5 çap altındaki kol ayrımının alımında weld-o-let (boru kol ayrımına kaynaklı geçiş parçası) veya thread-o-let (boru kol ayrımına dişli geçiş parçası) kullanılabilmektedir. Bu uygulama için örnek:(İGDAŞ) Tablo 2.11.5'de verilmiştir.

Tablo 2.11.7 Dişli ve Kaynaklı Branşman Ağzı Çap Tayin Tablosu

Ana Boru Çapı	Thread-O-Let/Weld-O-Let için Uygun Çaplar			
DN150	50	40	32	25
DN125	40	32	25	20
DN100	32	25	20	15
DN80	25	20	15	-
DN65	20	15	-	-

Kaynak boyunlu flanş birleştirmeler boru devresi üzerinde vana, armatür montajları ile cihaz bağlantılarında kullanılmaktadır. Boru birleştirmelerinde ancak özel nedenler ile örneğin ortamın kaynağı elverişli olmaması veya kaynağın tehlikeye sebep olabilmesi vb. durumlarda yetkili GDŞ veya OSB yönetimi izinleri ile kaynak boyunlu flanş birleştirmeler uygulanabilmektedir.

Kullanım Yerleri

Toprak üstü; boru şaftı, galeri, bina-kanal içi ve atmosferik ortamlarda, endüstriyel tesislerde, endüstriyel mutfaklarda tümü ile konutlarda ise müşterek tesisatta (kolon) çelik boru kullanılması zorunludur.

0,4 MPa üstü tüm toprakaltı uygulamalarda, tümü ile 4 Bar ve altı toprakaltı uygulamalarda ise tercihan ve genellikle kısa mesafe (100 m altı) uygulamalarında PE kaplı çelik doğalgaz borusu kullanılmaktadır.

Boru şaft, galeri gibi, havalandırma zorunluluğu olmakla beraber rutubet riski olan kapalı ortamlar ile atmosfere açık çatılarda uygulanacak çelik borular da PE kaplı olmalıdır.

Doğalgaz tesisatında galvaniz çelik boru kullanılmaz.

Çelik boruların bükümü iç çaplar daraltılmayacak ve boruda şekil bozukluğu olmayacak şekilde soğuk şekil verme yöntemi (toprak altı hatlar hariç) ile yapılabilir. Kontrolünde yaşanan zorluk nedeniyle 90°'lik bükümlerden kaçınılmalıdır. Bu işlem (boru bükme izni) tüm GDŞ'lerce uygulanmamaktadır.

Konut müşterek gaz tesisatı (kolon), merdiven sahanlığının olmadığı veya mevcut olan merdiven sahanlığının doğalgaz hattının geçmesi için teknik ve/veya idari olarak uygun olmadığı durumlarda GDŞ izni ile bina dış cephesine tesis edilebilir. Bu gibi durumlarda da PE kaplı çelik boru kullanılmalı ve kaynaklı birleştirme yapılmalıdır.

Dişli Tesisat ve Bağlantı Elemanları

Daire içi doğalgaz tesisatı ile armatür ve cihaz montajlarında tercih edilen dişli birleştirmelerde TS 11 EN 10242 siyah döküm bağlantı elemanları kullanılır. Galvaniz bağlantı elemanları kesinlikle kullanılamaz. Dişli birleştirmelerde vida dişinin tipi TS ISO 5408 ve TS 61-2 ile TS 61-65'e uygun olmalı ve birleştirmelerde doğal gazın etkilemeyeceği TS EN 751–1, TS EN 751–2 ve TS EN 751–3' e uygun sızdırmazlık malzemeleri kullanılmalıdır

Kaynaklı Tesisat ve Bağlantı Elemanları

Kaynaklı birleştirme uygulaması TS 8414 EN 14163'e uygun yapılmalıdır.

Kaynak işlemi TS EN ISO 9606-1'e göre sertifika almış kaynakçılar tarafından yapılmalıdır. Kaynakla birleştirilip yeraltına yerleştirilen çelik borular ve bağlantı yerleri TS 5139'a uygun sıcak sargı ile kaplanmış ve TS 5141 EN 12954'e göre korozyona karşı korunmuş olmalıdır. Kaynak yöntemi seçilirken DN 65 dâhil altı çaplar için elektrik ark, TIG veya oksi-asetilen kaynağı, DN 80 dahil üstü çaplar için sadece elektrik ark veya TIG kaynağı uygulanmalıdır. Uygulamada yaşanılan zorluk nedeni ile DN 20'den daha küçük çaplardaki borularda kaynaklı birleştirme yapılmamalıdır.

Yeraltı ve yer üstü tüm uygulamalarda dirsek, Te, redüksiyon vb. kaynak ağızlı bağlantı elemanlarında: TS2469, EN 10253 geçerlidir. Yapılacak kaynaklar tahribatsız muayeneye tabi olacak ise kaynak ağızlı ekleme parçaları (dirsek, Te vb. bağlantı elemanları) Sch 40 sınıfında olmalıdır.

Kaynaklı birleştirmelerin tahribatsız muayeneye tabi tutulma zorunluluğu ve oranları GDŞ'lere göre farklılıklar arz etmektedir. Örnek: İGDAŞ Tablo 2.11.8'de görüldüğü gibi endüstriyel tesislerde 300 mbar ve altındaki yer üstü doğalgaz tesisatında DN65" (inç) ve üstünde PALGAZ ise tüm çaplarda tahribatsız muayene istemektedir.

Tablo 2.11.8 İGDAŞ Bölgesi'nde Tahribatsız Muayene Çap ve Oran Tayini

KAYNAK MUAYENE ORANLARI (TAHRİBATSIZ)			
Toprak Altı Tesisat	**Yer Üstü Tesisat**		
Tüm Çaplar	Çap≥DN65	Çap<DN65	
Tüm Basınçlar	Tüm Basınçlar	P>300 mbar	P≤300 mbar
%100	%100	%100	---

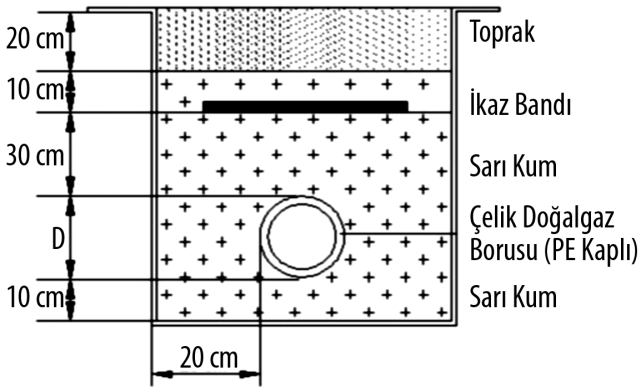
İGDAŞ bölgesinde DN100 ve üstünde borulama içeren konut doğalgaz tesisatı da endüstriyel uygulama kurallarına tabi olmaktadır. Toprakaltı ve 300 mbar üstü tüm endüstriyel uygulamalarda tüm boru çaplarında tahribatsız muayene hâlihazırda tüm bölgelerde istenmektedir. Tahribatsız muayenedeki radyografi çekimleri TS EN ISO 17636-1 standardına uygun olarak yapılıp, API 1104 veya TS EN ISO 5817 standardına göre Level 2 düzeyinde sertifikalı uzmanca değerlendirilir. DN65 ve üstü borularda 5 çap altı manometre, boşaltma ve emniyet vanası kol ayrımı alımında standart "Te" mevcut olmadığı durumlarda Tablo 2.11.7.'de verilen veldolet (weld-o-let) veya tredolet (thread-o-let) kullanılarak, ekleme parçası kaynak ve işçilik maliyetleri azaltılabilir.

Flanş: TS EN 1092 -1+A1 ve TS 1759-1, Contalar: TS EN 751-2'ye uygun olmalı ve kaynak boyunlu flanş kullanılmalıdır. ANSI 150 normunda kaynak boyunlu flanş şartname gereği iç tesisat uygulamalarında istenmemekle beraber, RMS B (25-4 Bar) istasyon ve bazı marka doğalgaz sayaç bağlantılarında kullanılmaktadır.

Çelik Boru Toprakaltı Uygulamalarında:

Yeraltında kullanılacak hazır polietilen kaplı veya sıcak sargılı boruların kaynak yerleri de TS 5139'a uygun sıcak sargı ile kaplanmış olmalı, tüm borular katodik koruma ile korozyona karşı koruma altına alınmalıdır. (Bakınız 2.11.3.6) Korozyon koruması TS EN 14161+A1 standardına uygun olarak tesis edilmelidir. PE kaplama, borunun toprak seviyesinden çıktığı yerden en az 60 cm yukarıya kadar devam etmeli, yüzeye çıkılan her noktada mutlaka yalıtım mafsalı konulmalıdır. Ancak yüzeye çıkıp yüzeyde bir miktar devam ettikten sonra tekrar toprak altına giren hatlarda; toprak üstü hat sadece doğal gaz borusundan ibaret ise ya da hat üzerinde herhangi bir armatür vb. ekipman yoksa ve doğal gaz borusu PE kaplamalı ise yüzeye çıkılan her noktada izolasyon mafsalı uygulamasına gerek yoktur.

Toprak altı çelik boru uygulaması için boru kanalında derinlikler ve detayı Şekil 2.11-1'de verilmiştir.



Şekil 2.11.1 *Toprakaltı Çelik Boru Uygulama Detay*

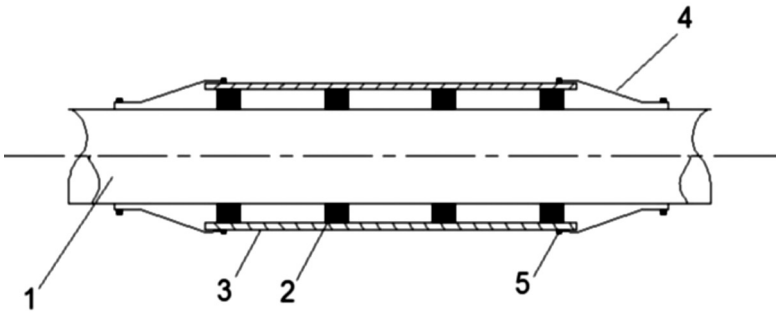
Üretici Linki: https://www.borusanmannesmann.com/dogal-gaz-borusu

Açılan kanalda geri dolgu işlemi esnasında boru altına, boşluk kalmayacak şekilde sarı kum ile yastıklama yapılmalıdır. Boruya zarar verebilecek büyüklükte taş ve moloz yığınları dolgu malzemesi içinde bulunmamalıdır. Toprakaltı derinliğinin yeterli olmayacağı koşullarda gaz borusu özellikle kaldırım veya yol hareketliliğinden hasara uğramayacak bir biçimde, kılıf veya koruyucu beton-çelik muhafaza vb. ile korunmuş olmalıdır. (Şekil 2.11.2)

Çelik borunun aşırı yüke maruz kalabileceği (yol geçişi, araç geçişi vb.) durumlarda kanal derinliği arttırılmalı ve boru üst seviyesinin kanal üst seviyesine (yol kotuna) olan mesafesi en az 80 cm olmalıdır. Bu derinliğin sağlanamayacağı durumlarda GDŞ onayı ile özel Şekil 6'daki koruyucu kılıf dâhil özel uygulamalar yapılabilir.

Çelik borunun aşırı yüke maruz kalabileceği (yol geçişi, araç geçişi vb.) durumlarda kanal derinliği artırılmalı ve boru üst seviyesinin kanal üst seviyesine olan mesafesi 80 cm olmalıdır.

Bu derinliğin sağlanamayacağı durumlarda doğalgaz borusu çelik kılıf ile koruma altına alınmalıdır. Kılıf borusunun ve doğalgaz borusunun birbirine temasını önlemek için araya kauçuk veya plastik malzemeden ayırıcılar konmalıdır. İlaveten kılıf ve doğalgaz borusu arasına su ve yabancı madde girişini önlemek için uç kısımları kauçuk nevi bir malzeme ile kapatılmalıdır. Kılıf borusu hazır PE kaplı olmalı veya sıcak PE sargı ile izole edilmelidir.



KILIF BORUSU AYRINTILARI	
1	PE kaplı doğalgaz borusu
2	Kılıf borusu ile boru arasına kurulan ayırıcı (seperatör)
3	PE kaplı kılıf borusu (çelik)
4	Kılıf borusu ile borunun arasına kapama yüksüğü (kauçuk, plastik vb.)
5	Yüksük bileziği (paslanmaz çelik)

Şekil 2.11.2 *Örnek Kılıf Borusu Uygulaması*

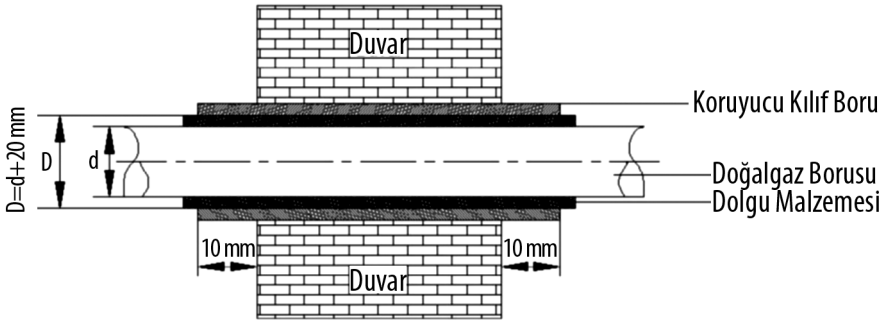
Çelik Boru Toprak Üstü-Bina İçi Uygulamalarında:

Binaya, binanın girişine yakın, yeterince aydınlatılmış, kuru, doğal olarak havalanabilen ve kolayca ulaşılabilen bir noktadan girilmelidir.

Doğal gaz boruları, bina ortak alanı olmayan yerlerden ve asansör boşlukları, sıvı yakıtlı jeneratör dairelerinden, havalandırma boşluklarından, aydınlık, çatı arası, duman ve çöp bacaları, davlumbaz, sığınak, yakıt deposu, yangın pompa odası vb. mahallerden geçirilmemelidir. Doğal gaz hattı yangın merdiveninin içinden ve açık yangın merdivenlerinin 1 metreden daha yakınından geçirilmemelidir. Doğal gaz boruları her zaman kolayca görülebilecek, kontrol edilebilecek ve gerektiğinde kolayca müdahale edilebilecek yerlerden geçirilmelidir. Aynı gaz teslim noktasından GDŞ veya OSB izni ile birden çok binaya bağlantı yapılabilmesi durumlarında gaz teslim noktası ve müşterek gaz tesisatı işletme emniyetini ve binanın fiziki konumunu dikkate alarak mülkiyet problemi olmayan ortak alanlardan geçirilerek tesis edilmelidir.

Gaz basıcının 0,4 MPa eşit veya altında olduğu tesisatta yer altı boruların polietilen olması durumunda yerüstünde uygun teknik kriter ve yöntemlerle çelik boruya geçiş yapılması zorunlu olmakla beraber bu geçiş noktasının yeraltında mı yoksa dışarıda mı olacağı GDŞ veya OSB taleplerine göre farklılık arz etmektedir.

Duvar ve döşeme geçişlerinde borular, çelik ve/veya PVC boru kılıfları içinden geçirilmeli ve koruyucu malzemelerle korozyona karşı yalıtılmalıdır. Aksi belirtilmedikçe, kılıf çapı, boru çapından bir çap veya en az 20 mm büyük olmalıdır (Şekil 2.11.3). Uygulamada doğal gaz borusu ve koruyucu borunun eş merkezli olmasına özen gösterilmelidir. Döşeme geçişlerinde kullanılacak kılıf borusu çelik boru, duvar geçişlerinde kullanılacak olan kılıf borusu çelik boru veya plastik – PVC esaslı malzemeden olmalıdır. Koruyucu duvar ve beton döşeme içine sıkı ve tam sızdırmaz bir biçimde yerleştirilmeli ve her iki yüzden dışarıya doğru en az 10 mm taşmalıdır. Koruyucu boru ile gaz borusu arasında kalan boşluk her iki taraftan zamanla katılaşıp çatlamayacak, sızdırmaz, dayanıklı plastik esaslı malzemeler ile doldurularak tam sızdırmaz duruma getirilmelidir. Koruyucu boru içinde kalan gaz borusunda ek yeri bulunmamalıdır. Doğal gaz boru tesisatı bina taşıyıcı kolon veya kiriş içinden geçirilmemelidir.



Şekil 2.11.3 *Duvar ve Kat Döşeme Geçişi*

Doğal gaz borularının duvarlara tespitinde; Tablo 2.11.9 boru çaplarına göre kullanılacak tespit malzemesi yatay ve düşey mesafeleri verilmiştir.

Radyografi kontrollü kaynaklı birleştirmelerde imalat sonrası tamir gereği için tüm çaplardaki borulamanın çelik konstrüksiyon taşıyıcılar üzerine, duvar ve tavanlardan en az 20 cm mesafede uygulanması tavsiye edilir.

Tablo 2.11.9 Boru Çaplarına Göre Kelepçe Mesafeleri

Boru Çapı	Yatay	Düşey	Kelepçe Tipi
DN15	2,0 m	2,5 m	Plastik/Çelik Dübel
DN20	2,5 m	3,0 m	Plastik/Çelik Dübel
DN25	2,5 m	3,0 m	Plastik/Çelik Dübel
DN32	2,7 m	3,0 m	Plastik/Çelik Dübel
DN40	3,0 m	3,5 m	Plastik/Çelik Dübel
DN50	3,0 m	3,5 m	Plastik/Çelik Dübel
DN65	3,0 m	3,5 m	Çelik Dübel ve Konsol
DN80	3,0 m	3,5 m	Çelik Dübel ve Konsol
DN100	3,0 m	3,5 m	Çelik Dübel ve Konsol
DN150	5,5 m	7,5 m	Çelik Dübel ve Konsol
DN200	6,0 m	8,5 m	Çelik Dübel ve Konsol

Çelik Boru Şaft ve Galeri İçi Uygulamalarında:

Borular kapalı, havalandırılamayan, ulaşılamayan veya istenildiğinde müdahale edilemeyen hacimler içinden geçirilmemelidir. Tesisat şaftı veya toprakaltı borulamanın devamı olarak galeri içlerinden geçirildiğinde bu mahaller tam olarak havalanabilecek biçim ve boyutta olmalıdır. Doğal gaz hattının kontrolü rahatlıkla yapılabilir durumda olmalıdır.

Tesisat şaftından geçen hatlar kelepçe ile tespit edilmelidir. Tesisat şaftlarının en üst noktasında havalandırma menfezleri bulunmalı, bu menfez direkt olarak veya dikey bir kanal ile atmosfere açılmalıdır. Diğer tesisat bölümleri ile gaz boruları arasındaki mesafe en az 30 cm olmalıdır. Tesisat şaftı, her katta şaftın içinin rahatça görülmesini ve gaz borusuna en az el temasını sağlayacak müdahale kapakları ile ulaşılabilir olmalıdır. Yangın bölgesinin kat bazlı olduğu durumlarda bu kapak veya kapılar yangın izolasyonlu olarak yapılmalıdır, daha özel durumlarda farklı çözümlere ancak GDŞ veya OSB izni ile gidilebilir. Galeri içerisine tesis edilen doğalgaz borusu diğer boru üst seviyesinden asgari 15 cm mesafeden geçmelidir. Tesisat galerisi aydınlatması patlayıcı ortam korumalı (ex-proof) olmalı, doğalgaz boru hattından daha düşük seviyede bulunmalıdır.

Buradaki imal usulleri, birleştirme metotları, korozyon koruması ve diğer koruyucu tedbirler aynı zamanda toprakaltı ve üstü LPG tesisatında; gaz fazı ve 0,2 MPa(2bar) altı basınç koşullarında kullanılabilmektedir.

2.11.2.2. PE Borular

Uygulama Kuralları - Sınırlamalar

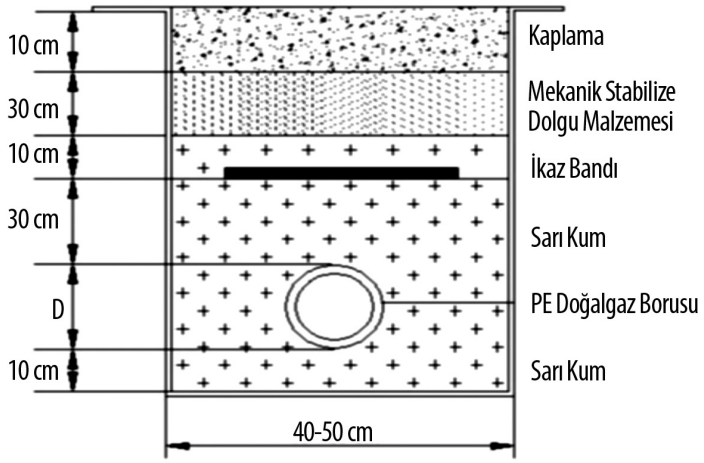
PE boru yer altı tesisatında genellikle 100 m ve üstü uygulamalarda tercih edilir.

Gaz teslim noktasının çelik hattan beslenen istasyon olması durumunda; toprak altı hatlarda PE boru kullanılacak ise, istasyon çıkışından sonraki az 5 metrelik kısım çelik boru olmalı, daha sonra PE/Çelik geçiş parçası ile PE boruya geçilmelidir. İç tesisatta kullanılacak PE borularda GDŞ veya OSB kalite onayı olmalıdır. PE uygulamalarında, güzergahın tespiti, kanal hazırlanması-kapatılması dahil imalatın her aşaması halihazırda GDŞ veya OSB teknik personeli nezaretinde yapılmaktadır. Güzergahın tespiti veya mevcut altyapı detayına ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda PE hattın projede geçmesi öngörülen güzergâh üzerinde GDŞ veya OSB' nin tespit edeceği noktalarda, diğer altyapı tesislerinin yerlerinin netleştirilmesi amacıyla öngörülen kanal güzergahında, kanal derinliğinde ve kanal genişliğinden 100 cm daha geniş, 50 cm eninde deneme çukurları açılmalı ve deneme çukurları neticesine göre nihai güzergâh tespit edilmelidir

Kanalın Hazırlaması, PE Borunun Kanala Yerleştirilmesi, Geri Dolgu

Boru kanalı zemin ve yan duvarlarında, PE borunun serimi esnasında boruya hasar veren kesici veya delici hiçbir madde (kesici taş, kaya, inşaat atığı, demirler) bulunmamalıdır. Kanal mümkün olduğunca düz açılmalı, kanalın yön değiştirmesi gereken durumlarda dönüş yarıçapı boru dış çapının en az 30 katı olmalıdır. Bu değerin sağlanamadığı durumlarda dirsek kullanılmalıdır.

Kanal açımı tamamlandıktan sonra tabana, sıkıştırılmış, kalınlığı 10 cm olan sarı (nötr) kum serilmelidir. PE hat hattın istasyon çıkışında ve bina girişlerinde çelik boruya geçiş yapılacak ise, bu çelik borular PE kaplı olmalı ve katodik koruma uygulanmalıdır. Boru serildikten sonra kaynak işlemi yapılana dek yabancı maddelerin boru içerisine girmesini önlemek için boru ağzı kapalı tutulmalıdır.



Şekil 2.11.4 *PE Boru Kanal Detayı*

PE borunun GDŞ ve OSB'lerce toprak üstünde kalmasına izin verilen uygulamalarda, PE boru kısmi dış darbelere ve etkilere karşı dayanıklı bir muhafaza içine alınmalıdır. PE borunun toprak üstüne çıkmasının sakıncalı olduğu veya izin verilmediği durumlarda, PE boru toprak üstüne çıkmadan önce PE-çelik geçiş parçası kullanılarak çelik boruya geçiş yapılmalıdır. Bu parçanın çelik tarafı PE borunun zarar görmemesi için soğuk sargı yapılarak korozyona karşı korumaya alınmalıdır. Bina bağlantı hattı toprak üstüne çıkmadan doğrudan bodrumdan binaya giriş yapılacak ise bina girişinden en az 1 m önce çelik boruya geçiş yapılmalı ve çelik boru kısımları katodik korumaya alınmalıdır.

Kanalın boru serimi yapılan kısımlarında borunun dış etkenlere maruz kalmaması için kontrolden sonra beklenmeden derhal ve Şekil 2.11.4'de tanımlandığı gibi geri dolgu işlemine geçilmelidir. Boru üst kotundan itibaren 30 cm kalınlığında sarı kum konulmalı ve üzerine kanal genişliğince sarı renkte plastik ikaz bandı yerleştirilmelidir. İkaz bandı üzerine 10 cm sarı kum, 30 cm stabilize malzeme dökülmelidir. Sıkıştırma işlemi titreşimli sıkıştırma aleti (kompaktör) vasıtası ile yapılmalıdır. PE boru güzergâhının asfalt yol veya yüke maruz beton altlarından geçmeyen kısımlarında geri dolgunun ikaz bandından sonraki üst kısmı toprak dolgu yapılabilir. Geri dolgu işlemi yapıldıktan sonra ekleme noktalarında önceden kapatılan boru ağızları açılarak yukarıda anlatıldığı şekilde elektro-füzyon kaynakları ve devamında da basınçlı hava ile mukavemet ve sızdırmazlık testleri tamamlanarak kanal tümü ile kapatılır.

Buradaki imal usulleri, birleştirme metotları ve koruyucu tedbirler aynı zamanda toprakaltı LPG tesisatında gaz fazı ve 0,2 MPa altı basınç koşullarında kullanılabilir.

2.11.2.3. Bükülebilir Hortum Takımları - BLH

Tablo 2.11.3'te tanımlı TS 10670, TS 10880, TS EN 14800, TS EN 15266, TS EN ISO 10380 ve TS 13890'a uygun ondüle bükülebilir hortum takımları ve bağlantı elemanları kullanılır. BLH takımı ilave bileşenleri, bağlantı elemanları (fitings vb) imalatçılar için farklılık arz etmekte olup gerektiğinde imalatçısı tarafından sağlanmalı veya belirtilmelidir. Daire kullanımlarında sayaç sonrası uygulanmakta olan BLH aynı marka ondüleli boru ve bu boruya ait orijinal bağlantı elemanları kullanılarak yapılmalıdır. Bir tesisatta iki farklı markanın mamulleri aynı anda kullanılmamalıdır.

Tüm ondüleli borular özel kanal içinde döşenmelidir. Kanallar azami 75 cm aralıklı olarak vidalarla duvara sabitlenmelidir. Kanal malzemesi alevden etkilenmeyen yanmaz plastik malzemeden olmalıdır. Ondüleli boruda ek ve/

veya redüksiyon ile çap değişimi yapılamaz. Te ayrımına kadar tesisat tek parça olmalı, Te ayrımında redüksiyon ile çap değişimi yapılmalıdır.

Kullanılan doğalgaz vanalarını sabitleyecek şekilde kelepçe montajı yapılmalıdır. Vananın açısal çevrim yapmaması için tedbir alınmalıdır. Duvar geçişleri özel PVC kılıf içinden yapılmalıdır. Boru bükümlerinde 90°'den küçük açılı büküm yapılmamalıdır. Sayaç sonrasında sayacın sökülüp takılmasına mani olmayacak şekilde tesisata monte edilecek ve test nipelinin üzerinde hazır olacağı orijinal bağlantı uygulaması olmalıdır. Müstakil yapılar (bağımsız birim sayısı 1 olan yapılar) hariç diğer tüm yapılarda ondüleli boru atmosfere açık (bina dış yüzeyinden) alandan (balkon, teras hariç) geçmemelidir. Balkon, teras gibi açık mahallerden veya müstakil binaların dış yüzeyinden tesisat geçişi söz konusu olan yerlerde Te malzemesi bina dışında açıkta kalmamalıdır. Sayaç sonrası hat en kısa mesafeden konut içine girmelidir. Ancak zorunlu durumlarda merdiven boşluğunda ve/veya şaft içerisinden ondüleli boru uygulaması sadece GDŞ onayı ile yapılabilir. Sayaç sonrası tesisatta ondüleli boru kullanılması durumunda aynı tesisatta çelik veya bakır boru kullanılamaz. Bükülebilir hortum uygulamasında bağlantı elemanlarının montajı esnasında keten, doğal gaz macunu, teflon, sıvı conta vb. ilave malzemeler kullanılmaz.

Üretici Linki: http://www.univa l.com.tr/tr/urun/SPH-0702

2.11.2.4. Bakır Borular

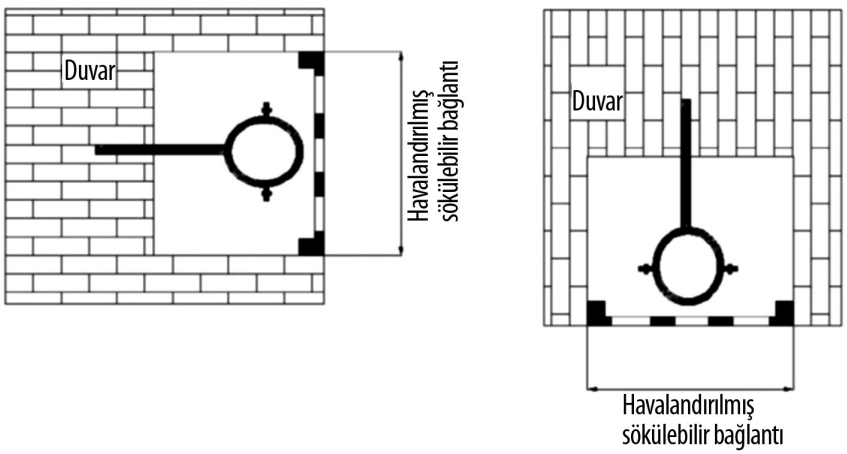
Tablo 2.11.4.'te tanımlı TS EN 1057'ye uygun dikişsiz bakır çekme borular kullanılır. Bakır boru, sadece konutlarda sayaçtan sonraki (sayaç sonrasındaki hattın bir kısmının bina dış yüzeyinden gittiği durumlar hariç) doğalgaz hatlarında kullanılabilir. Bakır boru tesisatında bükme yapılmamalı, birleştirme için sert lehim tekniği kullanılmalıdır. Lehimleme işleminden sonra soğuma gerçekleşene kadar lehim noktası titreşim, darbe ve zorlanmalara maruz kalmamalıdır. Birleştirme tekniği uygunluğunun kontrol edilebilmesi için bakır borular, gaz arzı sağlanana kadar boyama, vernik vb. işlemlere tabi tutulmamalıdır. Hesap sonucu boru seçimi Tablo 2.11.4 ve bu standartlara uygun olarak yapılmalıdır.

Buradaki imal usulleri, birleştirme metodları aynı zamanda topraküstü LPG tesisatında gaz fazı ve 0,2 MPa altı basınç koşullarında kullanılabilmektedir.

2.11.3. Tamamlayıcı Genel Uygulama Gerekleri

2.11.3.1. Ortam

Sıva altına ve asma tavan arasına çelik dahil doğal gaz borusu tesis edilemez. İç tesisat borularının duvar içindeki veya asma tavan alt kotundaki kanallara tesis edilmesi durumunda kanalların üstleri sadece havalandırmaya uygun kapaklarla örtülebilir. Bu nevi uygulamalarda PE kaplı çelik boru kullanılmalı ve birleştirmeler kaynaklı olmalıdır. Boruları korozyona karşı korunmalı, kanal duvarlarında ve asma tavanda sızdırmazlık sağlanmış olmalıdır (Şekil 2.11.5).



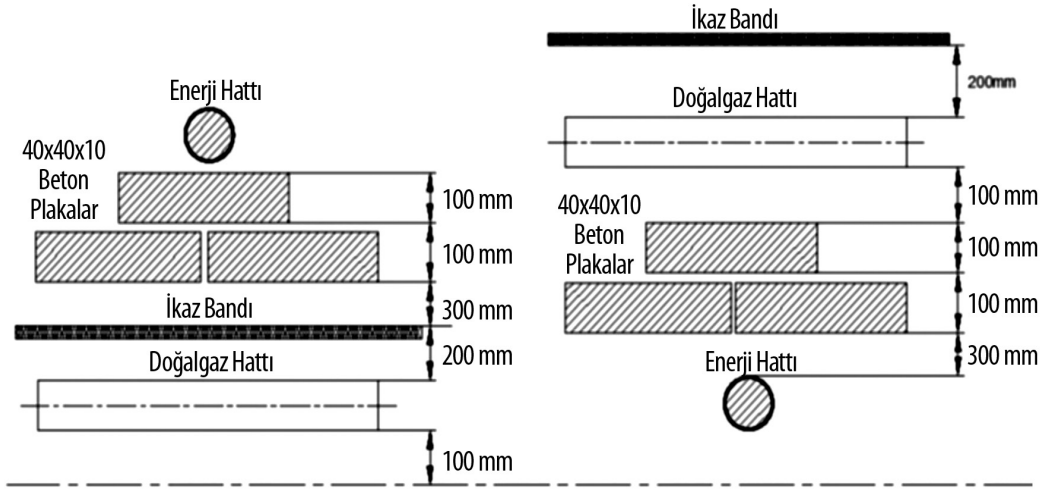
Şekil 2.11.5 *Asma Tavan Ve Duvar İçi Uygulama İçin Örnek Çizim*

2.11.3.2. Diğer Tesisat Türleri (elektrik- mekanik vb.) ile Koordinasyon

Toprak altı doğal gaz boru hatları; yakıt depoları, drenaj kanalları, elektrik hattı ve kabloları, kanalizasyon vb. yerlere Tablo 2.11.10'da belirtilen mesafelerden daha yakın olmamalı, mekanik hasar ve aşırı gerilmeye maruz kalmayacağı emniyetli yerlerden geçirilmelidir. Bu mesafelerin temin edilememesi durumunda, boru hattının korunması amacı ile; GDŞ, OSB veya müşavir onayları alınarak hattın TS 8054'e uygun, Şekil 2.11.6'deki gibi bir muhafaza borusu içine alınması, köprüye alınması, izolasyon malzemesi kullanması gibi tedbirler alınabilir.

Tablo 2.11.10 Doğal Gaz Hattı ile Diğer Hatlar Arasındaki Mesafe

Paralele veya Dikine Geçiş	Asgari Mesafe
Elektrik Kabloları	Şekil 2.11.6'da belirtildiği gibi
Kanalizasyon Boruları	Dikine Geçiş = 50 cm
Agresif Akışkan Boruları	
Metal Borular	50 cm
Sentetik Borular	30 cm
Açık Sistemler (kanal vb.)	Dikine Geçiş = 50 cm
	Paralel Geçiş = 150 cm
Diğer Altyapı Tesisleri	50 cm



Şekil 2.11.6 *Doğal Gaz Hattı ile Elektrik Kabloları Arasındaki Mesafe*

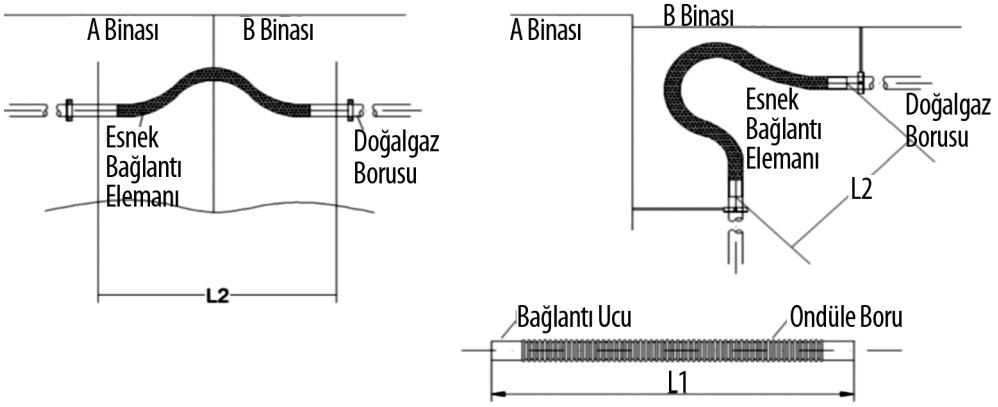
İç tesisat borulama ve ekipmanları ile telefon, elektrik hatları, sıcak, kızgın akışkan vb. boruları arasında en az 15 cm'lik bir açıklık olmalıdır. Elektrik panosu, paratoner, trifaze (380 Volt ve üzerindeki) elektrik hatları için bu mesafe en az 30 cm olmalıdır. Yüksek gerilim havai hatları ve/veya yıldırımdan korunma tesisatı ile iç tesisat boru ve ekipmanları arasındaki mesafe en az 10 m olmalıdır.

2.11.3.3. Borularda Isıl (Termal) Uzama- Kısalma

Çelik boru uygulamalarında; toprak kayması veya oturması muhtemel yerlere yerleştirilecek bina bağlantı hatları ile iç tesisat hatları arasında ek gerilmelerin oluşmasını önlemek amacıyla, bina bağlantı hattı ile ana kapama vanası arasında oluşabilecek boru kırılması ve gaz kaçaklarını önlemek için, TS 13890'a uygun Tablo 2.11.11'de belirtilen esnek bağlantı yapılmalıdır. Temel ve zeminin özellikleri, tasarım gerekleri nedeniyle binanın dilatasyonla ayrılmış iki kısmı arasında veya bitişik iki ayrı bina arasında farklı oturma olabileceğinden, buralardaki iç tesisat boruları da esnek bağlantı elemanı ile bağlanmalıdır (Şekil 2.11.7). Esnek bağlantı elemanlarının tamamı kaplamalı olmalıdır.

DN 50 ve daha küçük çaplarda birleştirme kaynaklı, DN 65 ve üzeri çaplarda L1, L2 mesafeleri eşit olup (düz bağlantı) flanş bağlantı yapılmalıdır.

Üretici Linki: http://www.univa l.com.tr/tr/urun/UEJ-0901



Şekil 2.11.7 *Esnek Bağlantı Elemanı Uygulama Detayı*

Tablo 2.11.11 Ondüleli, Kaynak/Flanş Esnek Bağlantı Elemanı Montaj Mesafeleri

Anma Çapı (DN)	L1 (cm)	L2 (cm)	Montaj Şekli
15	50	40	Kaynaklı
20	55	44	Kaynaklı
25	60	48	Kaynaklı
32	65	52	Kaynaklı
40	75	60	Kaynaklı
50	85	68	Kaynaklı
65	100	100	Flanşlı
80	100	100	Flanşlı
D≥100	100	100	Flanşlı

Mevsimsel ısı değişiklikleri ve ortama bağlı olarak oluşabilecek ısıl genleşmelere karşı boruda oluşabilecek uzama ve büzülmelerden tesisatın olumsuz etkilenmemesi amacı ile hesap sonucu 40 mm'yi geçecek uzamalarda da aynı standartlarda uygun esnek bağlantı elemanı kullanılmalıdır. İstanbul için dış ortamda bulunan boru uzunluğu 75 metrenin altında ise bu hesaplamanın yapılmasına gerek yoktur.

2.11.3.4. Tahliye Borusu Tesisatı

Endüstriyel tesislerde ana kesme vanasının, basınç regülasyon istasyonlarında regülatörün sonrasında gaz tahliye borusu tesisi zorunludur. Tahliye boru ve vana çapı en küçüğü DN15 olmak üzere boru çapının 1/4'ünden küçük olamaz.

Boşaltma ağızları, atmosferik ortama can ve mal güvenliğini tam sağlayacak şekilde verilmelidir. Gaz tahliye boruları da korozyona karşı korunmalıdır. Tahliye borusunun uç ağızları, ateşleme sisteminden ayrı mekanda, trafik zemininden en az 2,5 m yükseklikte olmalıdır. Tahliye borusu çıkış ağzı, seyrek dokunmuş, hava hareketlerine ve korozyona karşı dayanıklı telden yapılmış elekle kapatılmalıdır. Tahliye boru tesisatı sayaç sonrasına tesis edilmelidir.

2.11.3.5. Tesisat Güzergahı, Şaft ve Galeri Havalandırması

Bina kolon hatlarının havalandırılması için gazın toplanması muhtemel olan yerler; bina üst kat sahanlığı, şaft uç noktası, galeri tavanı dış ortamla doğrudan veya kanal kullanılarak irtibatlandırılmalı, sahanlık ve şaft tavanlarındaki havalandırma kesiti en az 150 cm² olmak üzere gerektiğinde proje onay mühendisi talebine göre

netleştirilmelidir. Konut merdiven sahanlıkları tavan kotunda havalandırmanın mümkün olmadığı durumlarda gaz alarm cihazı kullanılmalıdır.

2.11.3.6. Korozyon Koruması

Korozyon konusunda detaylı bilgi KISIM 8 altında bulunmaktadır. Toprak altında kalan çelik boru hatları için TS 5141 EN 12954'e uygun usul ve magnezyum anotlar ile katodik koruma yapılmalıdır. Magnezyum anotlar ile boru tesisatı arasındaki yatay mesafe olanaklı ise, bağlantı kablosu izin verdiği kadar fazla olmalıdır. KISIM 8'deki Şekil 8-7'de PE kaplı borularda katodik koruma uygulama ve ölçüm şeması ile ortalama 20 yıl (1) katodik koruma ömrü için, boru çapı ve metrajına göre uygun anot boyutları Tablo 8.1'de verilmiştir.

(1) Derleyen Notu: *Yurt dışı projelerde bu süre 50 yıl olarak tanımlanır.*

2.11.3.7. Topraklama

Doğal gaz tesisatı ve kazanlar, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre topraklaması yapılan binanın elektrik tesisatının topraklama hattı ile irtibatlandırılmalıdır. (Detaylı bilgi KISIM 8)

2.11.3.8. Uygulama Öncesi ve Sonrası Temizlik-Süpürme

Sayaç montajı yapılmadan önce iç tesisatın tamamı basınçlı hava uygulanarak yabancı maddelerden, kaynak cüruflarından arındırılmalıdır. Sayaç, regülatör ve brülör gaz hattı grubunun çalışma, işletme emniyeti ve garanti şartları gereği süpürme (purge) işlemi tamamlanmadan boru devresine doğal gaz bırakmamalı, yetkililerden gaz açımı amaçlı kabul randevusu talep edilmemelidir. Bu süreç GDŞ veya OSB'lerin kontrolünde olamayacağından, süpürme işleminin yapım ve kabulü abone ile sertifikalı firma arasında planlanmalıdır.

Önerilecek yaygın uygulama, boru devresinin içerdiği cihazlar da gözönüne alınarak hava ile maksimum basınca çıkarılıp hat başındaki vananın ani açılması yöntemidir. Vana açılmasını takiben, vananın 10-15 cm uzağına ve hava akışının dik olarak karşısına beyaz renk strafor vb panel hareket ettirilerek boru devresinden gelen yabancı partikülün bittiğinden emin olunabilir. Emin olunamaz ise aynı yöntem tekrarlanacaktır.

2.11.3.9. Testler

Genel

Mukavemet Testi, boru hattı ve donanımının mekanik mukavemetini doğrulamak, sızdırmazlık testi de boru hattına gaz verilmeden önce kullanım basıncına yakın mertebede veya düşük basınçta kaçağa sebebiyet verebilecek kusurların olmadığından emin olunması amacı ile yapılır. Sızdırmazlık testi tesisata gaz verilmesi öncesi yapılan son işlemdir.

Tüm testlerde (mukavemet-sızdırmazlık) basınç düşümü olmamalıdır.

Sızdırmazlık deneyi esnasında sızdırmazlığı sağlanamayan tesisata gaz verilmez. Kaçıran ekleme parçaları, hatalı borular yenilenerek ve ek yerlerinde anti-korozif sabun köpüğü ile sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır. Boru ve bağlantı elemanlarındaki bozuklukların, çatlakların kaynakla tamiratı yapılmamalı, bunlar yenileri ile değiştirilmelidir. Testleri takiben tesisatın işletmeye alınmasından önce boru içerisindeki hava tesisata en uzak noktadaki cihaz vanası açılarak dışarı atılır. Test işleminin yapılacağı kapalı mekanlar iyice havalandırılmalı ve test süresince bu yerlerde, açık alev ve ateş bulundurulmamalı, sıcaklığın olabildiğince sabit kalması sağlanmalıdır. Kolon ve dağıtım hatlarına GDŞ'nin uygulama onayını takiben gaz verilmeden önce havanın boşaltılması için açılmış vana ve tapalar kapatılmalıdır.

İşletme basıncının 300 mbar'ın altında olduğu bina ve daire içi çelik-bakır-BLH tesisatında sadece sızdırmazlık testi uygulanır. İlk kez gaz alacak olan binalarda sayaç ve tesisata bağlı olan tüm cihazların vanaları açık konumda iken sızdırmazlık test basıncı, işletme basıncının en az 50 mbar üzerinde olmalıdır. Bu basınç altında sıcaklık

dengelenmesi için 5-15 dakika beklendikten sonra, tesisatta minumum 10 dakika süre ile U manometre kullanılarak test işlemi gerçekleştirilmelidir.

Test akışkanı, tüm uygulamalarda kuru ve yağsız hava veya inert gaz olmalıdır.

300 mbar üstü, bina dışı ve toprakaltı borulamalarda test kuralları, test süreci çelik ve PE borulara göre farklılık arz etmekte birlikte tüm mukavemet testleri kullanım basıncının 1,5 katı basınç altında yapılır. PE borularda test hazırlığı ve süreci GDŞ ve OSB yetkililerin gözetiminde bir veya 2 güne yayılan süreler ile yapılır ve kabul protokolü düzenlenir.

Çelik borularda ise bu süreler bekleme (stabilazsyon) süreleri dahil 45 dk ,1 saat içinde sonuçlanır ve kabul protokolü düzenlenir.

KISIM 3. ÇELİK BORU, DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI

3.1. ÇELİK BORU TESİSATI MALZEMELERİ

3.1.1. Çelik Boru Standart ve Özellikleri

Çalışma basıncına, sıcaklığa, boru boyutuna, birleştirme yöntemine ve hizmet türüne uyması için boru hattının doğru tip ve boru sınıfının kullanılması önemlidir.

- **Dikişli Çelik Su Borusu TS EN 10255+A1 Orta ve Ağır Seri** borular 150 mm çapa kadar galvaniz borular ucu dişli manşonlu veya düz uçlu, siyah borular ise 150 mm kadar siyah, astar boyalı düz uçlu veya kaynak ağızlı veya ucu yivli S 195T kalitesinde çelikten üretilir.
- **Dikişli Çelik Su Boru TS EN 10217-1**'ye göre (12 inç) 323 mm nominal çapa kadar boyutlar için P195 TR1-TR2, P235 TR1-TR2, P265TR1-TR2 malzemeli dikişli borular tavlandıktan sonra uç kısmı düz veya kaynak ağızlı olarak siyah veya astarlı temin edilir. Boru bu özelliğinden dolayı yüksek sıcaklıktaki ısıtma su hatları için kullanımı tavsiye edilmektedir.
- **Dikişli Çelik Su Boru TS EN 10217-1**'ye göre 21,3 (1/2 inç)- (3 inç) 88,9 mm dış çapa kadar boyutlar için P195 TR1-TR2, P235 TR1-TR2, P265TR1-TR2. Bazı imalatçılar SRM (sıcak çekme-extrusion) yöntemini tercih etmektedirler. Bu uygulamada; ERW kaynaklı üretilen boru ülkemizde ile DN100 çapına iç çapağı alınmış olarak üretilen borular 900 ºC üstündeki sıcaklıkta normalizasyon işlemine tabi tutulduktan sonra daha düşük bir çapa çekilerek (extrusion) üretim gerçekleştirilir. Ülke dışında değişik norm ve standartlarda daha büyük çaplara kadar imalatı mevcuttur.
- **Dikişsiz Çelik Boru TS EN 10216-2** çelik çekme boru, çelik sınıfı S360 veya S430. Dikişsiz çelik çekme boruları çelik veya alaşımlı olarak boru dış çap ve et kalınlığı belirtilerek tanımlanır, ortam şartlarından çok yüksek basınç ve sıcaklıkta çelik malzeme alaşımlarına bağlı olarak kullanılır. Kaynak ağızlı uç ile dış çapı 21 mm-1016 mm'ye kadar et kalınlığı 1.6 mm ile başlasa da standart 2.3 mm'den 150 mm'e kadar temin edilerek kullanılabilir.
- **Elektrik Direnç Kaynaklı (ERW) Karbon Çelik Boru**, TS EN 10216 veya 7'ye göre, çelik derecesi, tedarik anında örnek ERW320, ERW360 veya ERW430'da belirtilmelidir.

3.1.2. Boru İç ve Dış Yüzey Kaplama Çeşitlerİ

Dikişli Çelik borular standart olarak aşağıdaki iç ve dış kaplamalı olarak temin edilebilmektedir:

- Dikişli siyah çelik borular, iç ve dış yüzeyleri standart olarak kaplamasız/ işlenmemiş haliyle,
- Siyah çelik borular isteğe bağlı olarak dış yüzeyi vernik kaplı veya antipas boya kaplı,
- Dikişli galvaniz çelik borular, üretici standardı olarak iç/dış yüzeyi sıcak galvaniz haliyle,
- Çelik borular hem içten hem de dıştan sıcak daldırma galvaniz kaplamalı olarak
- Çelik borular gömülü/yeraltı uygulamaları için dış yüzeyi plastik kaplamalı (PE kaplamalı) olarak,
- Ön yalıtımlı çelik boru imalatı olarak. (Yalıtım malzemesi isteğe bağlı olarak poliüretan, taş yünü, vb.)

Boru kaplama tercihi yapılırken kullanım şartlarına bağlı olarak korozyon etkileri en alt düzeyde olacak şekilde karar verilmelidir.

Kaynaklı montajda kullanılan siyah çelik boru, galvaniz kaplamalı kullanım ihtiyacında ancak imalat sonrasında galvanize edildikten sonra kullanılabilir. Genelde bu imalatlar flanş bağlantı elemanı kullanılarak yapılır.

3.1.3. Standart Boru Ucuna Göre Temin Şekilleri

Üreticiler standart olarak aşağıdaki tiplerde boruları isteğe bağlı üretebilirler;

- Düz uçlu,
- Diş açılmış uçlu,
- Yiv açılmış olarak,
- Kaynak ağzı açılmış uçlu.

3.2. ÇELİK BORU DİŞLİ (VİDALI) BİRLEŞTİRME

Ucu su veya gaz dişi açılmış malzemelerin bağlantı elemanları ile yerinde yapılan montajlar için 0,7 MPa (gösterge basıncı) aşmayan çalışma basıncı için 50 mm ve altı çaplardaki dikişli, tavlanmış dikişli boru, dişsiz veya çelik çekme boru soğuk su ile sıcak su tesisatında herhangi bir risk içermeden kullanılabilir. Kalite kontrollü olarak (fabrikasyon) otomatik atölye tezgâhı ile soğutma sıvıları kullanılarak boru ağzına diş açıldığında 1 MPa'a kadar olan basınçlara müsaade edilir. Ayrıca kullanılan vanalara, soğutma bataryalarına, pompalara ve benzeri cihazlara, dişlerin kesinlikle doğru diş standart biçim ve ölçüye sahip olması koşuluyla, 1 MPa'a kadar dişli birleştirmeye izin verilir.

Dişli bağlantılar için boru dişli imalatların montajı (BS 71) TS 61-210 EN 10266-1'e uygun olacak, (BS 6956) TS EN 751-1'e göre sıvı veya elastik sızdırmazlık contalar ile veya kenevir ya da (BS 7786), TS EN 751-3'e göre PTFE bant kullanılarak hazırlanacaktır. Sıvı contalar ile sızdırmazlık için PTFE bant birlikte kullanılamaz.

Soğutma tesisatında kullanılan bağlantı elemanları rakor, dirsek, manşon, redüksiyon, iç dişli flanş konik su tesisat dişli ve tercihen paralel iç dişleri ile yumuşatılmış (temper) demir döküm olmalıdır. (TS 10242).

Alternatif olarak, pirinç, kızıl dökümden (bronzdan) imal edilmiş (BS 143 ve BS 1256'ya) TS 579'a göre konik iç dişler kullanılabilir.

3.3. GALVANİZ VEYA SİYAH ÇELİK BORU TESİSATI KAYNAKLI BAĞLANTI

Toprağa gömülen, gömülü (ankastre) ve/veya montajdan sonra erişimi zorlaşabilecek boru tesisatı için kaynak ağızlı yumuşak çelik borular kaynaklı montaj ile kullanılabilir. Toprak altı kullanımda boruların uçlarında 15 cm'lik kısımlar korozyona karşı kaplamasız ve kaynaklı imalattan sonra yerinde açık kısımlar normlara göre kaplanmak kaydı ile kullanılabilir. Bina kullanıcısı ile önceden mutabık kalınmadıkça, boru tesisatı kalıcı olarak erişilemeyen konumlara yerleştirilemez. Erişimi zor olan boru tesisatında kaçak tespiti için elektronik kaçak tespit sistemi takılması önerilir.

3.4. GALVANİZ VE SİYAH ÇELİK BORU TESİSATI FLANŞLI BAĞLANTI

Flanş bağlantı için kullanılacak flanş (BS 10, 1560 veya 4504) TS EN 1759-1 ve bağlantı vidalamaları TS EN 1515-1'e uygun olacaktır. Uygulama için doğru işletme basıncının seçilmesine özel dikkat gösterilmelidir. Çelik boru tesisatında kullanılan flanş, faturalı PN6 Kod 112'ye (0,6 MPa kadar) veya PN16 Kod 112'ye (en fazla 1,6 MPa kadar) uygun ya da PN6 Kod 101 veya PN16 Kod 101'e göre yumuşak çelik levhadan imal edilen flanş veya dövme çelikten slip on tip olacaktır. Kaynak boynu yapmak için, borunun dış çapına uyacak şekilde ve uygun tabloya göre göbeği delinmiş flanş kullanılmalıdır.

Galvaniz çelik flanş, fatura dairesi veya düz flanş için halka kompozisyonunda açılmış delikler, arada conta, kafa kısmı metrik altı köşeli galvaniz kaplı cıvatalar ve her iki tarafta pul konularak birlikte somunlar ile birleştirilecektir.

Flanşlı çelik boruların, bakır boru ile bağlantılarında karşı flanş için bronz, pirinç veya alaşımlı yalıtkan malzeme kullanılmalıdır.

Not: Asbest içeren malzemeler asla conta olarak kullanılmamalıdır.

3.5. GALVANİZ VEYA SİYAH ÇELİK BORU TESİSATI YİVLİ BAĞLANTI

Gerek flanş gerekse dişli-vidalı bağlantılara alternatif olarak mekanik yivli bağlantılar, DN25'den itibaren mümkün ve özellikle yangın tesisatında kullanılır ve DN 50 ile DN 600 mm arası çaplar için temin edilen yiv açılmış boru düşük sıcaklığı kadar birçok tesisatta kullanılabilir. Sıcaklık ve basınç oranlarını kontrol etmek gereklidir ve bunlar üreticiye göre değişebilir. Yivli bağlantılar "Esnek" ve "Sabit (rijit)" olmak üzere iki ayrı tipte üretilmektedir. Titreşimi veya genleşmeyi telafi etmek için küçük eksenel veya yanal hareketleri telafi edebilen esnek tipleri ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılabilir.

Uygun tipteki bağlantı elemanının doğru kullanılmasını sağlamak için boru tipleri, et kalınlıkları ve bağlantı elemanı üzerindeki contanın niteliğine dikkat edilmelidir.

Mekanik yivli birleştirmelerin kullanıldığı yerlerde imalatçının talimatlarına ve montaj talimatlarına uygun olarak montaj yapılmalıdır. Borunun dış çapına uyması için doğru ölçüdeki yivli manşonun kullanılması önemlidir.

Genel bir kural olarak, bu parçaların esnekliği nedeniyle dişli, kaynaklı veya flanş bir sisteme kıyasla özel destek gereksinimleri vardır. Destekler genellikle boru ortasına değil hat boyunca yivli bağlantı kelepçeleri yakınında monte edilir. (Üreticinin tavsiyelerine bakınız).

3.6. GALVANİZ VEYA SİYAH ÇELİK BORU KULLANILAN TESİSAT TÜRLERİ

Yukarıda her bir tesisat kısım altında bulunan tablolar içerisinde tarif edilmiş boru ve bağlantı elemanlarının kullanım yerlerine göre izin verilen çap, özel notlar dâhilinde kullanılır.

Elektrostatik veya sıcak daldırma galvaniz kaplı **Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta ve Ağır Seri** DN150 mm çapa kadar ucu dişli olarak üretilir ve sıhhi tesisat soğuk-sıcak su tesisatında erişilebilir yerlerde kullanılır. Siyah borular ise DN 50 mm'ye kadar dişli, DN150 mm'ye kadar kaynak ağızlı olarak üretilir. Kaynaklı imalat sonrası daldırma galvaniz kaplanmış **Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta ve Ağır Seri 150 mm** çapa kadar erişilemeyen veya kapalı yerlerde kullanılabilir.

Dikişli galvaniz Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta ve Ağır Seri 150 mm çapa kadar
1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı
4- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı

Dişli ve kaynaklı olarak her bir tesisat kısmında tanımlanan sınırlar çerçevesinde ve bağlantı kuralları uygulanarak kullanılmalıdır.

Siyah Dikişli Çelik Boru TS EN 10255+A1 Orta ve Ağır Seri 150 mm çapa kadar
1- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için
2- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
3- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
4- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri

Prensip olarak kaynaklı montaj siyah yumuşak çelik boru her bir tesisat kısmında tanımlanan sınırlar çerçevesinde ve bağlantı kuralları uygulanarak kullanmalıdır.

Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1 150 mm çapa kadar siyah, galvaniz veya daldırma galvaniz.
1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı (FM-UL Sertifikalı Borular)*
4- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı

Dişli ve kaynaklı olarak her bir tesisat kısmında tanımlanan sınırlar çerçevesinde ve bağlantı kuralları uygulanarak kullanılmalıdır. Vibrasyon ve yüksek basınç dalgalanmaları olan tesisatta üretim tekniğinden gelen avantajları nedeni ile yangın ve basınçlı hava tesisatı ile vakum tesisatında kullanılır. Sıhhi tesisat borusu olarak kullanılması durumunda daldırma galvaniz olarak kullanılır.

Not*: Bina yangın sigortası kapsamında sigorta bedeli için talep edilen şartlar arasında FM-UL sertifikalı ürünlerin tam seri yangın pompası dahil en küçük yangın devresindeki elemana bağlı olarak kullanılması yıllık prim ödemesi konusunda ciddi bir avantaj sağlamaktadır. Yangın sisteminde bulunan herhangi bir eksiklik sertifikasız ürün sigorta bedelinde artış nedeni olmaktadır. Ayrıca konu ile ilgili yerel itfaiye talepleri ve yangın danışmanının direktifleri ile kullanılacak malzeme konusunda sorumluluk taşır.

Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1,2 323 mm (12") Nominal çap'a kadar siyah veya astar boyalı
1- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için
2- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
3- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
4- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri
5- Kısım 2.7. Yüksek Sıcaklık Isıtma Sistemleri

Dikişli Çelik Boru ASTM A53 GRA/GRB 323 mm çapa kadar siyah veya daldırma galvaniz
1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı (FM-UL Sertifikalı Borular)
4- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı
6- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için
7- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
8- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
9- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri
10- Kısım 2.7. Yüksek Sıcaklık Isıtma Sistemleri

Dikişli Çelik Boru ASTM A53 GR A/GR B borular özellikle yangın boru tesisatı için kullanımda farklı et kalınlıklarında boru kullanımı, tesisat anma basıncı ve göre farklı yangın tesisat sistemleri için kullanım açısından avantaj sağlar. Örnek: Yağmurlama sistemi ev veya fabrika için, gazlı söndürme sistemi için, yangın sistemi yeraltı boruları vs.

Dikişli Çelik Boru TS EN 10217-1 Normalize Edilmiş Boru, dişli ve kaynaklı olarak her bir tesisat kısmında tanımlanan sınırlar çerçevesinde ve bağlantı kuralları uygulanarak kullanılmalıdır. Yüksek vibrasyon ve yüksek basınç dalgalanmaları olan tesisatta üretim tekniğinden gelen avantajları nedeni ile yangın ve basınçlı hava tesisatı ile vakum tesisatında yoğunlukla kullanılır. Ayrıca doğalgaz dahil çok yüksek sıcaklık tesisatı hariç birçok endüstri tesisat sistemlerinde kullanılmaktadır.

Dikişsiz Çelik Çekme Boru TS EN 10216-2:2013+A1:2019

Bu boruların dış çap 20 -1016 mm arası ve 150 mm et kalınlığına kadar üretimi mevcuttur. İhtiyaca göre, imalattan sonra daldırma galvaniz dâhil, yeraltında ve erişilmeyen bölgelerde kullanmak amacı ile dış kaplamalı olarak temin de edilebilir.
1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri - Sınırlı Kullanım Galvaniz
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri - Sınırlı Kullanım Galvaniz
3- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı (FM-UL Sertifikalı Borular Farklı Et Kalınlıklarında)
4- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı Flanşlı Daldırma Galvaniz Kaplı
5- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için -Siyah
6- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
7- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
8- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri - Flanş, Kaynaklı İmalat Siyah
9- Kısım 2.7. Yüksek Sıcaklık Isıtma Sistemleri- Flanş, Kaynaklı İmalat Siyah
10- Kısım 2.10 Fueloil Yakıt Tesisatı- Flanş, Kaynaklı İmalat Siyah
11- Kısım 2.11.Doğalgaz Tesisatı

Dikişsiz borular Amerikan ve İngiliz literatüründe soğuk ve sıcak şekillendirilmiş boru (pipe) terimi ile sıcak çekilmiş tüm boru tiplerinde boru yerine tüp (tube) olarak adlandırılıyor ve anma ölçüsü de (DN) genel olarak boru dış çapı anma ölçüsü olarak tarif edilmektedir. Dolayısı ile dikişli borulardan farklı olarak tanımlanan imalat tekniğine göre boruları tanımlarken dikkat etmek gereklidir. Ayrıca Amerikan normlarında inç (‘’) olarak tanımlanan ölçüler boru üretimine göre de olsa aynı inç (‘’) tarifi ile kullanılır.

Çelik Çekme Boru API 5L GRA-GRB-X42-X46-X52-X60-X65-X70 Borular ile EN ISO 3183 L245-L290-L360-L415-L450-L485 Normalize Edilmiş DN 300 (12") Çapa Kadar Borular Kısım 2.11’de detaylı olarak anlatıldığı için tekrar bu kısımda anlatılmamıştır. İhtiyaca göre bu borular da yer altı ve erişilemeyen yerlerde daldırma galvaniz işlemi dâhil dış kaplamalı olarak da temin edilebilir.

Tablo 3.1 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kullanılabileceği Ortam ve Akışkanlar

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ														
No.	BORU MALZEMESİ	SERVİS												
		A	B1	B2	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
2,3	Karbon Çeliği (CS)	√	√	√	√	√	√			√		√		√
2,4	Kaplamalı Çelik	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ	
A	Toprak Altı, Gömülü Tesisat
B1	Toprak Üstü: Çalışma Ortam Sıcaklığı -25'den 45 °C ve Ultraviyole Işığa Açık E
B2	Toprak Üstü: Elektrikli Isıtıcı Bant ve Termal Yalıtım ile
C	Çalışma Sıcaklığı, 80 °C ve Üzeri
D1	Çözeltiler: Polar Olmayan
D2	Çözeltiler: Polar
E1	Kimyasal: [Güçlü,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asitler
E2	Kimyasal: [Zayıf,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E3	Kimyasal [Zayıf,][ ] % Temelde
E4	Kimyasal: [Güçlü,][ ] % Temelde
E5	Kimyasal: Klor [.]
K	Kimyasal: Paslandıran Sıvılar
E7	Kimyasal: Sülfat [ ]

3.7. ÇELİK BORULARDA DİŞLİ BAĞLANTI ELEMANLARI MONTAJI

3.7.1. Dişli Birleştirmeler

Boru uçlarına kullanıldığı tesisat siteminin akışkanının sıvı veya gaz olmasına bağlı olarak diş açılarak bağlantı yapılabilir ve DN 50'ye kadar olan küçük çaplarda sıklıkla kullanılır.

Diş çekme (açma), TS 61-210 EN 10226-1 uygun harici ve paralel konik dişli veya tercihen uygun birleştirme malzemeleri ile eşleşen iç dişleri konik yapma işlemi sureti ile yapılmalıdır. İç dişli konik kullanılıyorsa, diş açmada izin verilen toleransların aşılmamasına özen gösterilmelidir. Diş açma işlemi sırasında borunun çok dikkatlice ekseninde tutulması, çekilen dişin doğru olmasını sağlayacaktır.

Tesisat cinslerine göre su veya gaz diş standartlarında diş açmak ve uygun dişli bağlantı elemanı seçmek önemlidir. Özellikle yüksek basınçlı sistemlerde su sisi, gazlı söndürme, hidrolik yağ boruları ile yakıt tesisatında kullanılan bağlantı elemanları dövme çelik ve yüksek et kalınlığa sahip olması yanında atmosfere açılan uçlar da bulunan dişli vanalar için de vana boru arasındaki dişli bağlantıya sızdırmazlık kaynağı (seal weld) uygulanır.

3.7.2. Dirsek ve Birleştirme Parçaları

Çelik çekme dirsekler, galvaniz boru hariç, kaynaklı boru işleri için belirtildiği şekilde kullanılacaktır. Yumuşak (temper) dökme demir bağlantı parçaları, TS EN 10242 standardında içten ve tercihen konik veya alternatif olarak paralel dış dişli olarak kullanılmalıdır.

Su tesisatında standart yarıçaplı (1 ½ D) dirsek ve branşman bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Özel T ve uzun yarıçaplı dirsek kullanımı genellikle gerekli değildir. Cihaz ve sökülebilir bağlantı noktalarındaki dişli bağlantılar için, "konik oturmalı üç parçalı dövme demir rakorlar" kullanılmalıdır. Basınçlı hava, fueloil yakıt, orta ve

yüksek sıcaklık ile buhar tesisatı ve kondens dönüşlerinde uzun (2 D) dirsek, çelik dövme malzemeler zorunludur. Borudan bükme dirsek için (3 D) olmak üzere rakorlu bağlantılar veya dişli flanş bağlantı için kullanılır. Sıcaklık ve basınç ile bağlantılı olarak dişli bağlantılarda kullanılan diş arası sızdırmazlık malzemeleri de değişmektedir. Dişli bağlantı arasında kullanılan sıvı contalar TS EN 751-1'e uygun olmalıdır.

Malzeme kesitini inceltecek nitelikte uzun dişli ve tam dişli cıvata ile cıvata yerine boylu boyunca dişli tij ve arka tarafta somuna sahip bağlantılardan kaçınılmalıdır.

Redüksiyon bağlantılarının standart olarak mevcut olmadığı ve redüksiyon kullanımının yasaklandığı yerlerde burç (büyük boru çapını küçültmek için indirilmesi gereken çap ölçüsünde içine geçmiş ortası küçültülmek istenen boru çapında olan bağlantı) kullanılmalıdır.

Dişli redüksiyon parçaları, havalandırma veya boşaltma gereksinimlerini kolaylaştırmak için dikey bağlantılarda konsantrik (eş merkezli) tip veya yatay hatlarda ise eksantrik (kaymalı merkezli) tip tesisatın akış yönüne göre hava tutmamak veya dibi boşaltamamak durumları dikkate alınarak kullanılmalıdır.

3.8. KAYNAKLI MONTAJ

3.8.1. Kaynak Metotları

Kaynaklı imalatlar 50 mm boru anma çapı üzerindeki aksi belirtilmediği durumlarda en önemli yöntemdir. Kaynak işlemi öncesi boru uçları, tercihen Tablo 4.1'de belirtildiği gibi kaynak ağzı açılarak hazırlanır ve iki boru arası açık V şeklinde kaynak işlemine tabi olur. Boruların cinsi, çalışma basıncı ve işletme sıcaklıklarına bağlı olarak et kalınlığına göre kaynak yöntemi belirlenir ve kaynakçı imalat için test edilerek belgelendirilir. Kaynakçı sertifikası (WPS) ve kaynaklı malzeme kalite raporu (PQR) hazırlandıktan sonra imalat izni verilir. Kaynak çeşitleri boru düz kaynağı, alın kaynağı, bindirme kaynağı, vs.

Kaynak ağızlı boru, standart siyah aşınmaya karşı koruyucu astar ile şantiyeye temin edildikten sonra, gerektiğinde yerinde tekrar boyanacaktır.

Tablo 3.2 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kaynak Ağzı

	Boru Kalınlık Sınıfı ve Ölçüsü (Nominal)	
	Orta Seri	**Ağır Seri**
Kare Kesim	≤ 40mm	≤ 20mm
35° açılı	≥ 50mm	≥ 25mm

Kaynak, "Karbon Çelik Boru Hatları Kaynağı" uyarınca oksi-asetilen, elektrik ark ve gaz altı kaynak metodu ile yapılacaktır.

Müşteri ve montajcı tarafından kabul edilmedikçe tahribatsız muayene (NDT), sıhhi tesisat soğuk ve sıcak su boru uygulanmaz.

Büyük çaplı basınçlı hava boruları, orta sıcaklık ısıtma boruları, yüksek sıcaklık ısıtma boruları, buhar boruları, fueloil yakıt tesisatı boruları, doğalgaz tesisat boruları ve kritik önem taşıyan yerlerde kullanılan kaynaklı borular, **kaynak ve kaynakçı planıyla** birlikte öngörülen NDT planına göre tahribatsız muayene testlerine tabi tutulur. Boru kaynakları NDT test miktarları çevreye verebileceği zarara göre en az %10'dan başlar ve %100'e kadar olabilir. Örnek, yer altına gömülen fueloil yakıt boruları %100 teste tabidir.

Kaynakçı kaynak planına göre %10 NDT testi her hatalı kaynak için 3 yeni testi zorunlu kılar, son 3 test de özürlü çıkar ise belirtilen kaynakçı için tüm kaynaklar %100 test edilir

Tüm kaynakçılar mesleki yeterlilik belgesine sahip olsalar bile 6 aydan fazla ara vermiş olan elemanlar tekrar kaynak uygulama testinden geçirilerek belge yenilenir. Bakınız Ek-3 örnek kaynak ve kaynakçı belgeleri.

3.8.2. Kaynaklı Bağlantı Elemanları

Borudan Bükme (Çekilmiş) Dirsekler

DN50 mm ve daha küçük çaplar için, montaj alanı ve görünümün izin verdiği durumlarda, bükme çelik dirsekler kullanılabilir. Standart kalıplar ve bükme makineleri kullanılıyorsa bunlar soğuk çekme olabilir. Bu tip uygulamalarda dirsek dönüş çapı, dirsek eksen çizgisindeki yarıçap yaklaşık olarak boru dış çapının üç katı (3*OD) civarında olmalıdır.

Standart Dirsekler

DN65 mm üzeri ve DN15-DN50 mm arası çaplar için "Bükme dirseklerin" kullanılamadığı yerlerde, uzun yarıçaplı standart dirsekler (1½D) kullanılacaktır. Özellikle belirtmek gerekir ki; müşteri ile önceden mutabık kalınmadıkça, kısa yarıçap dirsekleri (yarıçapı 1D) kullanılamaz.

Dirsek ve benzeri tüm boru bağlantı elemanları, boru ile aynı kalitede ve kalınlıkta olmalıdır.

Yer sınırlılığı nedeniyle yukarıda belirtilen dirseklerin uygulanamadığı kaçınılmaz durumlar hariç, keskin dönüş ve borudan kesilerek üretilen parçalı dirsekler kullanılmamalıdır.

Kol Ayrımı (Branşman, TE)

Boru kol ayrımlarında ile çap farkına bağlı olarak kaynak güçlendirme plakası (buffer plate) üzerinde, sokolet veya veldolet yapılarak kaynaklanabilir. Sadece düşük sıcaklık ısıtma boruları için oksiasetilen ve elektrik kaynağı için branşman ana boruya ayrı bir ara eleman kullanılmadan kaynatılabilir. Yangın tesisat boruları için ana boru üzerinde branşman boru dış çapı kadar delik açılır ve branşman boru iç çapına kadar sokulduktan sonra branşman ana boruya köşe kaynağı yapılır.

Redüksiyonlar

Çap değişimleri için standart patent çekme veya dikişli redüksiyon bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Alternatif olarak, iki çap boyutunu aşmayan redüksiyonlar için, büyük çaplı borudan sıvama yöntemiyle sahada redüksiyon yapılabilir. Bu metot sadece düşük sıcaklık ısıtma boruları ile soğutma ve kondenser tesisat devrelerinde uygulanır. Redüksiyon ile boru çapları ve et kalınlıkları yukarıda dirseklerde belirtildiği gibi uyumlu olmalıdır. Redüksiyonlar, yine yukarı bölümde belirtildiği gibi; dikey bağlantılarda konsantrik (eş merkezli) tip, veya yatay hatlarda ise eksantrik (kaymalı merkezli) tip kullanılmalıdır.

Kör Tapalar

Kör tapalar genel olarak tesisat sistemi ilk doldurma sırasında hava tahliyesi veya boru drenaj noktalarında kullanılmaktadır. Bulunduğu yer itibari ile tekrar ihtiyaç duyulabileceği için boru ucuna takılacak bir vana ucuna dişli standart tapa veya flanş olarak kullanılır.

Kullanılan tesisat niteliğine bağlı olarak düşük sıcaklık su ısıtma, soğutma ve kondenser tesisatında DN15 mm ve altındaki çaplarda kaynakla boru kapatılarak hat sonu kör tapa yapılabilir.

DN20-DN50mm arası boyutlarda, 6mm kalınlığında bir disk/sac kaynatılarak boru üzerinde kör tapa yapılabilir veya boru ucuna siyah dişli manşon kaynatılarak standart yumuşak karbon demir döküm dişli tapa kullanılır.

Fueloil yakıt tesisatında kullanılan tüm drenajlar çap olarak 25 mm'den küçük olmamak koşulu ile boru tarafına sızdırmazlık kaynağı yapılmış dişli veya soketli vana ucuna kör tapa takılarak sonlandırılır.

DN65 mm ve üzeri boru çap ölçülerinde kaynaklı bombe veya kör flanş bağlantı kullanılacaktır. 2,5 Bar üzeri çalışma basıncı için düşük çaplar için önerilen 6 mm kalınlığında bir disk/sac kaynatılarak boru üzerinde kör tapa' disk kullanımı uygun değildir.

3.9. FLANŞLI MONTAJ

Flanş bağlantıları ister galvaniz boru tesisatında olsun, ister siyah boru tesisatında doğru basınç ve sıcaklıklar için birbirine temas eden yüzeylerde faturalı conta için kanalları olan bağlantı elemanlardır.

Çok değişik nitelikte flanş çeşidi kullanıldığı tesisatın özelliklerine göre, borulu flanş, kaynak boyunlu flanş, dişli flanş, kayar (slip on) flanş, gözlük tipi flanş (spectacle: İki flanş arasında açık-kapalı gözlü her iki tarafta da conta arasına monte edilen), kör flanş, yalıtım flanşı vs. sistem test basıncı ile çalışma sıcaklığı için doğru tip flanş ve conta ile dişli flanş genellikle düşük sıcaklık ısıtma tesisatı, basınçlı hava ve sıhhi tesisatta kullanılır. Borulu flanş sadece düşük sıcaklık ısıtma, soğutma kondenser devrelerinde, kaynak boyunlu flanşlar ise yüksek sıcaklık ve basınçtaki ısıtma, buhar ve kondens, doğalgaz, basınçlı hava ile NDT gerektiren tüm tesisat türlerinde kullanılmalıdır. Slip-on flanş genelde NDT gerektiren hiçbir tesisatta kullanılamaz. Flanş bağlantıları monte etmek için kullanılan sınırlı dişli cıvataların çapı ve uzunluğu, flanş kalınlıklar toplamı ve conta sıkışmış kalınlık 2 mm ile bağlantılı somun ve pulların uzunluğuna göre toplam uzunlukta seçilmelidir. Fueloil yakıt tesisatı eş potansiyel bağlantıları toprak altından toprak üzerine çıkan borulara takılan yalıtım flanşına özel dikkat gösterilmelidir. Flanş bağlantılarında cıvata/somun yerine, dişli tij / somun uygulaması yapılmamalıdır.

Flanş uygun şekilde kaynak bağlantılı veya dişli bağlantılı tip olarak kullanılabilir. Ancak dişli tip flanş kesinlikle kaynak edilemez.

Flanş bağlantıları için gerekli ara conta malzemesi, flanş faturası ölçüsü dâhilinde ve uygulama için uygun tip ve kalitede olmalıdır. 3 mm altında olamaz. Monte edilen conta, boru deliğini hiçbir şekilde örtmemelidir. Asbestli conta kesinlikle kullanılmamalıdır.

Flanş cıvata ve somun montajında, somunların altında bir rondelayla birlikte sıkıldığında, somunun dışına taşan cıvata uzunluğu, iki dişten az veya 3 mm'den az olmamalıdır.

Yüksek vibrasyon olan tesisat için flanş bağlantısında kullanılan cıvatalar iki tarafı dişli tip saplama (stud) ve somun montajında, somun altındaki bir rondela ve kontrasomun birlikte sıkıldığında da her iki tarafta somunun dışına taşan cıvata uzunluğu, iki dişten az veya 3 mm'den az olmamalıdır.

Flanş, boru tesisatının bir bölümünün sökülebilme veya test yapmak amacının gerektiği yerde monte edilmelidir.

Flanş ölçü ve imalatı TS EN 1092-1 ve 2'ye göre olacaktır. Flanş seçilirken boru hattının kaynaklandığı boru hattı malzemesi ile aynı malzeme tipinde ve kalitesinde olmalıdır.

3.10. YİVLİ BAĞLANTILAR

Üretici Linki: http://www.victaulic.com

3.10.1. Kelepçeli Bağlantılar

Yivli boru sistemleri, kullanılan tesisat niteliğine göre farklı kelepçe malzemesi ve conta kullanılarak belirtilen işletme basınç ve sıcaklık sınırlarına göre kullanılır. Düşük sıcaklık ısıtma, soğutma, kondenser tesisatı ile basınçlı hava, vakum ve yangın tesisatında imalatçı tavsiyelerine göre kelepçe kullanılır. Özellikle uzama kısalma ve titreşim nedeni ile kullanım sırasında sabitleme ve destek imalatları itina ile üretici tavsiyeleri esas alınarak yapılmalıdır.

Yivli boru bağlantıları için genel olarak iki tip yiv açma yöntemi vardır: "Yuvarlama Yöntemi ile Yiv Açma" ve "Oyma Tip (Parça Alarak) Yiv Açma". Ancak boru bağlantılarında piyasada yaygın olarak "Yuvarlama Yöntemi" kullanılmaktadır. Seçilen yöntem, boru et kalınlığına ve uygulamasına bağlı olacaktır. Yivin genişliği ve derinliği kullanılan yivli bağlantı kelepçelerine uygun olacaktır.

Yuvarlama Yiv açma, makine ile soğuk şekillendirme olup, boru üzerinden hiçbir malzeme çıkartılmamaktadır. Bu yöntemde yiv oluşturma, boru yüzeyine baskı yapılarak sağlanır ve tam düz olmayan bir yuva oluşur. Bu tip yiv oluşumunda köşeler yuvarlatıldığı için, yivli boru bağlantı ile boru hareketini kısıtlar ve daha güvenli bir bağlantı oluşur. Standart yuvarlama yivli tip bağlantı aynı ebatta oyma tip yivli bağlantıya göre daha düşük genleşme

/ çekme veya eğilme sağlayacaktır. Yivli bağlantı uygulamaları maksimum boru et kalınlığı 9,5 mm'ye kadardır. Yivli uygulama öncesi, boru yiv makine üreticisinin işletim detaylarının uygunluğunu kontrol etmek gerekir.

Oyma tip yiv açma işlemi, daha uzun sürdüğü için, genellikle daha büyük boru kalınlığı nedeniyle ve/veya pürüzsüz bir yiv formu gerekli olduğunda tercih edilir. Boru içine kesilen yiv derinliği, diş açma tekniğindeki kesme derinliği ile hemen hemen aynıdır. Makine, eşit ve eş merkezli kesim yapılmasını sağlar. Yiv kesilecek borunun makine kesme ucunun doğru olarak ayarlanıp ayarlanmadığından emin olmak yine önemlidir. Alüminyum ve plastik boruları keserken yivin alt kısmında bir yarıçap oluşması gereklidir.

Galvanizli boru üzerinde "oyma tip yiv" uygulamaları yapılamaz. Kesim sonrası hasarlı olan bölgenin galvaniz boya ile tamir edilmesi yanı sıra, yiv kesiminden sonra galvaniz kaplama yapılırken, üreticinin yive ait boyutsal gereklilikleri korunmalıdır.

Dişli, kaynaklı veya flanş bağlantılı bir sisteme kıyasla, yivli bağlantılarda bazı özel gereklilikler vardır. Yivli elemanların esnekliğinden dolayı boru destek taşıyıcı elemanları yivli bağlantı yakınında olmalıdır. Bunun için de yivli kelepçe üreticisinin isteklerine dikkat edilmelidir.

Üretici Linki: http://www.darhan.com.tr/yivliboru.html

3.10.2. Bağlantı Parçaları

Sistem sıcaklığına ve şartlarına uyması için, mekanik yivli bağlantı parçalarına ait contanın seçimine özel dikkat gösterilmelidir. Üreticilerin çoğu, contaları kalite kodu ile bazıları ise renk kodlaması ile ayırt ederek üretmektedir. Bağlantı yaparken, contayı boru uçlarının üzerine monte etmeden önce yağlamak önemlidir. Aksi takdirde contanın yıpranma riski vardır. Yağlama işlemi sırasında yağın boru içine girmemesine dikkat edilmelidir.

Çelik boru tesisatının topraklama ve eş-potansiyel sürekliliği gerekli olduğunda elektrik geçiş sürekliliğini sağlayan klipsler kullanılmalıdır. Yivli bağlantı elemanları; normal seri, ağır seri, esnek, sert (rijid), yumuşak demir, düktil demir, paslanmaz çelik, çelik vb. gibi çeşitli tiplerde ve malzemelerde mevcuttur. Uygulama için doğru tipte yivli bağlantı seçilmelidir.

3.11. SIKI (PRES) GEÇMELİ BAĞLANTILAR

Sadece düşük sıcaklık ısıtma sistemi boru bağlantısı için pres bağlantı sınırlı uygulamalarda kullanılır. Ağırlıklı olarak diğer tesisat tipleri için bakır ve paslanmaz çelik çekme borularda uygulaması yaygındır. Boru ile bağlantı parçalarının malzemeleri hem birbirleri ile hem de amaçlanan uygulama için uyumlu olması önemlidir. Sıkı geçmeli bağlantılar, bağlantı parça üreticisinin tavsiyesi doğrultusunda çelik çekme boru tesisatı için kullanılabilir. Boru boyutları, sıcaklık ve basınç derecelendirmeleri malzeme cinsine ve imalatçıya bağlı olarak değişir. Çelik çekme borular için dış çap 12 ile 108 mm ölçüleri arasında kullanılır.

Sıkı geçmeli bağlantı parçaları ve boru, uygun bir aletle preslenerek güçlü ve kalıcı bir bağlantı oluşturulur. Aynı zamanda bu işlem sırasında fabrikasyon conta bilezikleri deforme edilerek bağlantının su geçirmez hale gelmesini sağlar.

3.12. BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI

Boru tesisat taşıyıcı destek imalatı prensip olarak boru ve bağlantı elemanları ile taşıdığı sıvı ağırlığı, dış yalıtım ve koruyucu kaplama ağırlığı dâhil olarak hesaplanmalıdır. Boruların ısıl (termal) genleşme ve kısalma kuvvetleri ile deprem ve titreşim yüklerini taşıyacak yeterlilikte destekler seçilmelidir. Çelik veya betonarme bina statiği temel elemanları kolon, kiriş, perde duvar veya döşeme ile çatı taşıyıcı elamanlarına doğru elemanlar ile bağlanmalıdır. İnşaat içerisinde tasarım sırasında öncelikle bu yükler statik tasarım grubu ile paylaşılarak ve/veya sonradan yapılan yeni tadilat işlerinde değişiklik söz konusu olduğunda veya herhangi bir tereddüt olduğunda mutlaka yapı mühendisine (statik tasarım ve uygulayıcı mühendisine) danışılmalıdır. Beton yüzeylerde sabitleme

işlemleri malzeme (dübel, çivi, delik vs.) kullanımı ile ilgili olarak da ilgili üretici standart ve yönetmeliklerine başvurulmalıdır.

Standart üretim veya özel olarak üretilen boru destekleri ve sabitleme elemanları, uygulamaya bağlı olarak, boru ve sabit olan yapıya, kalite ve malzeme bakımından uygun olmalıdır.

Boru destekleri, bağlantı noktalarına ve boru yön değişikliğine yakın bölgelerde yerleştirilecek şekilde yapılacaktır. Destekler arasında boru ortasında izin verilen sarkma toleransı içerisinde hareket edebilecek şekilde boruları düzgün şekilde destekleyecektir.

Boru askı elemanları tesisat cinslerine göre izin verilen tip ve nitelikte termal yalıtım ve kaplamaya zarar vermeyecek şekilde kullanılır. Boru askılarının kullanıldığı yerlerde, sabit noktalar dışında tüm mesafe boyunca borular serbestçe hareket edebilecektir. Destek çubuğu 300 mm'den az olmamalı ve yalıtımlı borularda askı çubukları yalıtım kalınlığından daha uzun olmalıdır. Askılarda yarı küre şeklinde pullar veya eşit pullar kullanılmalıdır. Benzer çalışma sıcaklığındaki boru askıları, aynı destek çubuğunda iki katlı olarak asılabilir.

Kayar destekler, doğrusal hareketleri karşılamak için PTFE kaplı olacak şekilde imal edilmiş olmalıdır. Statik elektrik üreten fueloil yakıt tesisat boruları için makaralı kayar desteklerden kaçınılmalıdır.

Sabit ve kayar boru destek noktalarının doğru ve uygun bir düzende yapılması gereklidir. Bu askıların boru bağlantı elemanlarına olan sabit aralıklarına dikkat edilmeli ve üretici tavsiye ve uyarılarına dikkat edilmelidir.

Dikey çelik boru hattı, tabanda yükselme noktasında mutlaka desteklenmeli ve Tablo 4.2'deki belirtilen maksimum dikey aralıkları aşmayacak şekilde yapılmalıdır. Dikey borulardan alınan branşman hatları, dikey boru için bir destek aracı olarak kullanılmamalıdır.

Tasarımcı ve uygulayıcı, yapım sırasında desteklerin ve bağlantı elemanlarının takılması için gerekli tüm bilgi ve detayları eksiksiz olarak sağlayacaktır. Gerekli işaretlemelerden uygulayıcı sorumludur.

Çelik boru hatları, normal ve standart koşullarda, Tablo 4.2'de belirtilen aralıkları aşmayacak şekilde desteklenmelidir. Ancak, hat üstünde olacak ek bağlantı elemanlarının ve aksesuarların yükünü taşımak için ilave destekler gerekebilir.

Yatay ve alçak seviyedeki boru hatlarında istenen aralığı yarıya indirmek için ilave boru destekleri uygulamak daha uygun olacaktır.

Yapıda uygulanan nokta yükü sınırlamak için daha sık aralıklarda ilave boru destekleri yapmak gerekebilir. Bunun için yapı statik şartlarına uygun destek aralığı hesaplanmalıdır.

Yivli veya sıkı geçme armatür çeşitleri bulunan boru tesisatını askıya alırken, montajın sağlamlığına ve ısıl genleşme kuvvetlerin etkisine karşın özel dikkat gösterilmelidir.

Soğutulmuş su boru hatları, buhar bariyeri ile yalıtılması gerektiği için destek noktalarında ısı köprüsünü engelleyecek yalıtım takozları kullanılması gereklidir. Bu uygulamaya uygun büyük çaplı destek bağlantıları planlanmalıdır.

Yukarıda belirtilen çelik boru standartları, boru malzeme ve boru et kalınlığı gruplarına göre boru destek mesafesi değişebilir. Kullanılan boru tesisatı ve boru için yukarıda belirtilen flanş, kaplin, kelepçe, vana, yalıtım ve kaplama dâhil, deprem termal uzama/kısalma hesap edilerek destek mesafeleri tablo değerlerinin üzerinde veya altında ise hesaplanan değer olmak üzere imalat uygulanır.

Tablo 3.3 Çelik Borular için Destek Mesafeleri

Nominal Boru Çapı	Maksimum Destek Aralığı	
	Yatay	Dikey
mm	m	m
15	2,00	2,50
20	2,50	3,00
25	3,00	3,30
32	3,30	4,30
40	4,00	4,60
50	4,50	5,80
65	5,20	7,30
80	5,80	8,20
100	6,70	11,00
125	7,00	12,00
150	8,00	12,00
200	9,50	14,00
250	10,00	18,00

Not: Yukarıdaki tabloda, destekler için maksimum aralıklar verilmektedir. Özel durumlar ve boru üzerine gelebilecek ek yükler için ilave destekler gerekebilir.

Üretici Linki: http://www.darhan.com.tr/kategori-aski.html

Yangın Tesisatında Kullanılması Gereken Boru Destekleri

TS EN 12845 standardının 17.2 bölümünde aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

Destekler, genel olarak çelik boruda birbirinden 4 m'den fazla uzaklıkta olmamak kaydıyla %50 artırılabilir.

Yapıya doğrudan bağlanan ve birbirinden bağımsız iki destek, destek aralıkları tablolarında ifade edilen yükten %50 daha ağırlık taşıyabilmesi için kullanılan destek aralıkları tarif edilen mesafeden sıklaştırılmalıdır.

Mekanik yivli boru bağlantıları kullanıldığında:
- Her 1 m'lik bağlantıda en az bir destek,
- Her boru bölümünde en az bir destek olmalıdır.

Branşman hattının ucundaki son yağmurlama başlığının desteğe olan mesafesi aşağıdakileri aşmamalıdır:
- Çapı 25 mm olan boru sistemi için 0,9 m,
- Çapı 25 mm'den büyük boru sistemi için 1,2 m.

Herhangi yukarı yönlendirilmiş yağmurlama başlığından bir desteğe doğru olan mesafe 0,15 m'den az olmamalıdır.
Düşey borular, aşağıdaki durumlarda ilave desteklere sahip olmalıdır.
- Uzunluğu 2 m'den fazla olan borular,
- Tekli yağmurlama başlığı gruplarını besleyen uzunluğu 1 m'den fazla borular,
- Düşük seviyede veya başka türlü mekanik etkiyle zedelenebilir borular, aşağıdaki durumlar dışında ayrı ayrı desteklenmelidir:
- Yatay borular için her bir yağmurlama başlığını besleyen mesafe 0,45 m'den az olmalıdır.
- Dikey borular için her bir yağmurlama başlığını besleyen mesafe 0,6 m'den az olmalıdır.

3.13. BORULARDA ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Çelik Boru tesisatında işletme sıcaklığına bağlı olarak boruların sahada imalatı ile çalışma sıcaklığı arası fark miktarına göre boru hatlarında lineer uzama kısalma, hacimsel genleşme, büzüşme işlemleri olmaktadır. Orta ve yüksek sıcaklık ısıtma, buhar ve kondens boruları, fueloil yakıt boru hatlarındaki genleşme yüklerinin, aşırı olarak yapıya yansımasının önlemesi ve boru üzerinde oluşacak aşırı gerilimlerin önlenmesi için gerekli hesap ve uygulamaları yapmak gereklidir.

Normalde kullanım soğuksu ve sıcak su tesisat boruları ile düşük sıcaklık ısıtma, soğutma boruları, kondenser boruları için çok kritik olmamasına rağmen erişilemeyen yerlere konulan özellikle büyük çaplı borular için lineer ısıl (termal) uzama/kısalma hesabı tavsiye edilir. Konfor veya endüstriyel soğutma borularında soğutulmuş suyun sıcaklık aralığı uzama ve kısalma için özel bir dikkat gerektirmez.

Çelik borular içindeki karbon miktarı ve alaşım oranına göre uzama/kısalma katsayısı boru çalışma sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermektedir: Sahada imalat ortam sıcaklığı üzerinde her metre başına 1 oK sıcaklık farkı için TabloE1.6'ya göre Yumuşak Çelik Boru 0-200 °C aralığında 14,9x10-3 (mm/m °C) genleşme katsayısına sahiptir ve örnekteki toplam uzama miktarı 1 metre ve 120 °K için 1.788 mm'dir. Örnek imalat sırasında ortam sıcaklığı 20°C ve K1= 20 °C +273 = 293 °K ve tesisat 140 °C kızgın su çalışıyor ise °K2= 140 °C +273=413. Ayrıca Tablo 1.11 kullanılarak da hesap yapılabilir. Sıcaklık değerlerine denk gelen uzama miktarları arasında interpolasyon yapılarak direkt tablodan beher metre için uzama faktörünü hesaplayabilirsiniz.

Detaylı hesap yöntemleri için EK-1 Tesisat Boru Tasarım kısmına bakınız.

3.13.1. Doğal Esneklikle Çözümler

Boru malzemesinin esnekliğinden yararlanarak, tekli dirsekler veya birden fazla farklı doğrultudaki dirsekler ile boru hattı üzerinde Omega şeklinde hat değişimleri uygulanarak ısıl genleşmeler karşılanabilir.

Detaylı hesap yöntemleri için EK-1 Tesisat Boru Tasarım kısmına bakınız.

3.13.2. Esnek Bağlantı Elemanları

Özellikle düşük sıcaklık farkları olan tesisat türleri ile aynı eksen boyunca uzun boru hatları üzerindeki genleşmelerin karşılanması ve/veya yapıya gelecek yüklerin sınırlanması açısından, kauçuk veya körüklü genleşme elemanlarının (kompansatör, esnek bağlantılar vb.) üretici talimatları doğrultusunda uygulanması gereklidir. Genleşme elemanları genellikle paslanmaz çelik malzemeden imal edilmesi uygun olup, kızgın su hatlarında kesinlikle elastomerik kauçuk kompansatör kullanılması uygun değildir.

Ayrıca birbirinden ayrı hareket eden (dilatasyon) bina aralarında, pompa, kompresör, soğutma grubu gibi titreşim üreten tesisat elemanlarını borudan izole etmek için de titreşim yutucu kompansatörler kullanılmalıdır.

3.13.3. Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar)

Boru sabitleme elemanları,
1- Boru tesisatında oluşan stresi engellemek,
2- Tesisat üzerinde kullanılan genleşme elemanlarını sabitlemek,
3- Geri kalan boru ve bağlantı elemanlarına hat boyunca gelen yatay ve düşey yüklerin bina taşıyıcı sistemine doğru bir tasarım ile taşıtmak için kullanılan imalatlardır.

Monte edildiği yerde sabit kalacak siyah boyalı malzeme veya sonrasında galvaniz kaplamalı olarak tekli veya çoklu boru tesisat sistemleri, uygun taşıyıcı dübel ve kızaklarla taşıtılmalıdır.

Detaylı hesap yöntemleri için EK-1 Tesisat Boru Tasarım kısmına bakınız.

3.13.4. Soğuk Ön Gerdirme

Standart eksenel metal kompansatör kullanımında ısıl genleşme hesapları doğrultusunda boru montajlarının yapıldığı sıcaklık koşulları da dikkate alınarak, boruların geçici gerdirme kılavuzları ile monte edilmesi için ön gerdirme işlemi gereklidir. Dıştan basınçlı tip kompansatör kullanılması durumunda böyle bir ön gerilme uygulamasının yapılmasına gerek yoktur.

3.14. BORU MONTAJ ŞARTLARI

3.14.1. Temizlik Kontrolü

Tüm çelik borular ve bağlantı elemanları sahaya sevk edildiği zaman ve depolanırken boruların eksenel deformasyonu, içine kir, pislik ve istenmeyen malzemelerin girmesini engellemek için imalatçı tavsiyesi doğrultuda yerleştirilmelidir. Temin edilen borular boyalı, ön yalıtımlı ve kaplamalı olabilir. İhtiyaç halinde antipas boya veya kaplama malzemesine göre tamir edilmelidir.

Montajdan önce çapak, pas, tartar, kir ve benzeri yabancı maddelerden arındırılmalıdır. Montaj süresince boşta kalan kalan açık uçlar geçici koruma önlemi olarak sıkı geçme metal, plastik tapalar veya benzeri kapaklar ile kapatılmalıdır.

Montaj esnasında sisteme giren ve yapışan yabancı malzeme miktarını en aza indirgemek çok önemlidir. Tüm borular ve bağlantı parçaları temiz ve passız olacaktır. Nihai kapatmadan önce hiçbir açık uç bırakılmamalıdır.

Tüm boru bağlantı noktaları temizlenmeli ve düzeltilmelidir. Kir ve artıkların boru devresi sistem suyuna girmesini önlemek için alınacak tedbirler;

- Boru hattı ve bileşenlerinin iç yüzeylerindeki tartar veya yağların temizlenmesi,
- Montaj sırasında oluşan toprak, keten, macun, talaş veya inşaat malzemelerinin temizlenmesi,
- Boru hattı içerisinde aşındırıcı veya kimyasal akışkanlar, korozyon önleyiciler veya antifriz dâhil temizlenmesi.
- Fueloil yakıt boru tesisatı, doğalgaz tesisatı sadece temiz kullanma suyu niteliğindeki su ile temizlenir borular için başka bir kimyasal temizleyiciye izin verilmez

Tüm tesisat boruları işletme öncesi yapılan testler ve devreye alma işlemleri KISIM 11'de detaylı anlatılmıştır.

Ayrıca detaylı bilgi için KISIM 11 Boru Tesisat Temizlik ve Yıkama kısmına bakınız

3.14.2. Boru Duvar Geçiş Elemanları (Kovanlar, Kılıflar)

Boru tesisatı çıplak, yalıtımlı ve kaplamalı olarak, duvar, perde betonu veya döşeme içerisinden geçerken hiçbir şekilde boru cidarı ile geçilen malzeme birbirlerine çıplak temas etmemelidir. Sadece ahşap yapılarda ve prefabrik yapılarda izin verilen tesisat boruları hariç donanımlı beton içinde herhangi bir boru bağlantı elemanı bulunmamalıdır. Tasarımın bir parçası olarak özel olarak tanımlanmadıkça, boru sistemi ve bağlantı elemanları, yapıya kesinlikle gömülmemelidir.

Borular duvar veya katlar arasında geçerken DN100'den büyük borular için, boru hattıyla aynı veya benzeri uygun malzemeden ve boru boyunca en az bir büyük boru çap kovanı ile korunur. Birçok tesisat sistemlerinde bazı boru çapları özellikle kullanılması tavsiye edilmez DN 125 (5'') boru çap da genel olarak kullanılması tavsiye edilmez. Kullanıldığı yerlerde aşağıdaki açıklamaya göre davranılır ve DN100-DN150-DN200-DN300 olarak kullanılır. Boru Kovanı, bitmiş duvar veya zeminden 3 mm'den az veya 12 mm'den daha fazla uzun olmamalıdır. Kovan iç çapı, içinden geçen yalıtımlı boru dış çapından en az 25 mm daha büyük olmalıdır. Kovan ile boru sistemi arasındaki boşluk, gürültü ve/veya yangın bariyeri uygulamak için uygun esnek bir malzeme ile tıkanmalıdır.

Dış duvarlardan, zeminden ve çatılardan geçen borular ile kovan arasındaki boşluk, su, gaz, haşere, toz ve yangın yayılmasına karşı uygun şekilde alttan ve üstten sızdırmazlık elemanı ile kapatılacaktır. (Rozet vb.)

Fueloil yakıt boruları için kullanılan kovanlar herhangi bir akıntı, taşıntı sızdırmazlığı sağlamak için boru ile kılıf

arası boşluklar sızdırmaz hale getirili ve ayrıca bina girişlerinde mutlaka sızdırmaz kesme vana (yangın yalıtım vanası) ile korunur.

Yapının yangın direncini zayıflatacak hiçbir kılıf kullanılamaz. Boru kovanları yangın bariyerlerinden geçtiği yerlerde, boru ve kovan arasındaki yuvarlak boşluk, aynı yangın dayanımına sahip yangın / duman durdurucu malzeme ile tıkanır. Kovan içerisindeki her iki uca 12 mm soğuk mastik sıva uygulanır. Zeminlerin yıkandığı ıslak alanlarda zemin kaplamasının üstünde 100 mm çıkıntı olacak şekilde kovanlar takılmalıdır.

3.14.3. Boru Hizalama

Boru hatları, binanın yatay ve dikey olarak kolonlar gibi benzeri yapı elemanlarına paralel şekilde hizalanacaktır. Ancak boruların görünür olmadığı (çatı alanı, gömülü yerler vb.) yerlerde bu şartların sağlanması boru sistemi yapıldığı-gibi (As-Built) çizimlerine göre yeri tam olarak belirlenebiliyor ise zorunlu değildir. Boru hatları, binaya ait diğer servislere (elektrik vb.) ve cihazlara göre uygun pozisyonlarda monte edilmelidir. Bu arada "drenaj ve hava tahliye" için gerekli boru eğim toleransları bırakılmalıdır.

3.14.4. Boru Montaj Aralık ve Boşlukları

Boru montajları, yalıtım dışından duvarlara, yanındaki borulardan ve diğer sabit parçalara en az 25 mm uzakta olmalıdır. Döşeme seviyesi ve alçaktan çekilen yatay borular, döşemeden 100 mm'den daha az olmamak üzere daha yüksekte monte edilmelidir. Özellikle izolasyon ve kaplama yapılacak borular ayrıca bu kalınlıklar da hesaba katılarak mesafe belirlenmelidir ve imalat sonrası tadilat ve onarım ihtiyacını karşılamak için el girme mesafesi de bırakılmalıdır.

KISIM 4. BAKIR BORU, DEVRE ELEMANLARI VE MONTAJI

Bakır ve bakır alaşımlı borular Amerika ve İngiltere'de tarihsel süreç içerisinde özellikle sıhhi tesisat, deniz suyu tesisatında, buhar, basınçlı hava ve vakum ile medikal gaz, soğutma gazı ve gaz tesisatında kullanılmış ve hala kullanılmaktadır. Ayrıca boru içerisinde sürtünme kayıplarının düşüklüğü, uzun çalışma ömrü, paslanmaması ve hijyenik olması, bakır ve bakır alaşımlı boruların kullanım tercihini öne çıkarmaktadır. Dişli montajın sınırlı olması ve bağlantı elemanlarının yerli üretiminin geniş yelpazede olmamasından dolayı Türkiye'de sadece özel tesisat türleri için kullanılmaktadır.

4.1. BORU MALZEME TİPLERİ

Bakır ve bakır alaşımlı borular kullanıldığı tesisata göre tasnif edilmesi dışında bağlantı elemanları da farklı tekniklere göre özel imal edilmiş elektrik kaynak tekniklerinden farklı olarak daha düşük sıcaklılarda ara bağlayıcı malzemeler kullanılarak birleştirilir. Ticari olarak aşağıda teknik detayları da verilecek olan 6 çeşit bakır çekme boru tipi sırası ile K, L, M, ACR (klima sistemlerinde kullanılan), DWV (drenaj sistemlerinde kullanılan) ve R (soğutma gaz devrelerinde kullanılan) öne çıkmaktadır. Drenaj ve soğutma gazı için olan borulardan detaylı bahsedilmeyecek olsa da sadece bilgi için yazılmıştır.

4.1.1. Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler

Bakır boru ve bakır alaşımlı borular kullanma amacına göre farklı sertlik dereceleri ve standartlarda imal edilir. Tanımlanmış hizmet tipine göre çalışma sıcaklığı, basınç ve birleştirme yöntemi için doğru tipte bakır borunun kullanılması önemlidir. Ülkemizde geçerli olan TS EN 12449 no'lu Bakır ve Bakır Alaşımlı Dikişsiz Çekme Boru standardıdır.

Amerikan normlarına göre alaşımlı dikişsiz bakır çekme borular O61 tavlanmış, H55 yumuşak çekme veya H80 sert çekme sonrası yumuşatılmış normal, standart normal ve ağır seri kalınlıklarında kullanılmaktadır.

Amerikan normlarında alaşımlı çekme bakır borular, ASTM B88M'e göre K, L veya M tipi O60 tavlanmış olarak imal edilir. H sert çekme sonrası yumuşatılmış veya ASTM B75/B75M'e göre O60 az tavlanmış yumuşatılmış borular, soğutma gaz tesisatı için tip L sert çekme, sifonlar için Tip L yumuşak, numune hatları için Tip L sert çekme olarak tanımlanır ve kullanılır.

Tablo 4.1 Standart Çekme Bakır Borular için Dış Çap ve Et Kalınlığı

Nominal Bakır Çekme Boru Ölçüsü		Tip K		Tip L		Tip M		DWV	
Dış Çap		İç Çap	Et Kalınlığı	İç Çap	Et Kalınlığı	İç Çap	Et Kalınlığı	İç Çap	Et Kalınlığı
(inç)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
¾"	22,2	18,9	1,7	19,9	1,1	20,6	0,8		
1"	28,6	25,3	1,7	26	1,3	26,8	0,9		
1¼"	34,9	31,6	1,7	32,1	1,4	32,8	1,1	32,9	1,01
1½"	41,3	37,6	1,8	38,2	1,5	38,8	1,2	39,14	1,06
2''	54	49,8	2,1	50,4	1,8	51	1,5	51,84	1,06
2½"	66,7	61,8	2,4	62,6	2	63,4	1,7		
3"	79,4	73,8	2,8	74,8	2,3	75,7	1,8	76,96	1,14
3½"	92,1	86	3	87	2,5	87,9	2,1		
4"	104,8	98	3,4	99,2	2,8	99,9	2,4	101,8	1,47
5"	130,2	122	4,1	123,8	3,2	124,6	2,8	126,5	1,82
6"	155,6	145,8	4,9	148,5	3,6	149,4	3,1	151,35	2,1
8"	206,4	192,6	6,9	196,2	5,1	197,7	4,3	200,8	2,76
10"	257,3	240	8,6	244,5	6,4	264,4	5,4		

Tablo 4.2 Klima ve Medikal Bakır Borular için Dış Çap ve Et Kalınlığı

ACR Klima ve Soğutma Gazı Tesisatı				Medikal Gaz Boru Tesisatı K ve L					
Nominal Bakır Çekme Boru Ölçüsü		ACR		Nominal Bakır Çekme Boru Ölçüsü		Tip K		Tip L	
Dış Çap	İç Çap	Et Kalınlığı	Dış Çap	İç Çap	Et Kalınlığı	İç Çap	Et Kalınlığı		
(inç)	mm	mm	mm	(inç)	mm	mm	mm	mm	mm
1/8	3,18	1,65	0,76	1/4	9,53	7,75	0,89	8,00	0,76
3/16	4,75	3,25	0,76	3/8	12,70	10,21	1,24	10,92	0,89
1/4	6,35	4,83	0,76	1/2	15,88	13,39	1,24	13,84	1,02
5/16	7,92	6,30	0,81	5/8	19,05	16,56	1,24	16,92	1,07
3/8	9,53	7,90	0,81	3/4	22,23	18,92	1,65	19,94	1,14
1/2	12,70	11,07	0,81	1	28,58	25,27	1,65	26,04	1,27
5/8	15,88	14,10	0,89	1 1/4	34,93	31,62	1,65	32,13	1,40
3/4	19,05	17,27	0,89	1 1/2	41,28	37,62	1,83	38,23	1,52
7/8	22,23	19,94	1,14	2	53,98	49,76	2,11	50,42	1,78
1 1/8	28,58	26,04	1,27	2 1/2	66,68	61,85	2,41	62,61	2,03
1 3/8	34,93	32,13	1,40	3	79,38	73,84	2,77	74,80	2,29
1 5/8	41,28	38,23	1,52	3 1/2	92,08	85,98	3,05	87,00	2,54
2 1/8	53,98	50,42	1,78	4	104,78	97,97	3,40	99,19	2,79
2 5/8	66,68	62,61	2,03	5	130,18	122,05	4,06	123,83	3,18
3 1/8	79,38	74,80	2,29	6	155,58	145,82	4,88	148,69	3,56
3 5/8	92,08	87,00	2,54	8	206,38	192,61	6,88	196,22	5,08
4 1/8	104,78	99,19	2,79						

- Düz boru olarak tedarik edilen TS EN 1057 R250'ye göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablo X) yarı sert bakır boru, boru tesisatında kullanılan en yaygın tiptir. Genel olarak sıhhi tesisat ve sıcak su tesisatında kullanılmaktadır.
- Düz uzunluklarda veya bobinler halinde temin edilen TS EN 1057 (R220 / R250) ***ye göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablolar W ve Y) yarı sert bakır boru torağa gömülü, ankastre veya erişilmesi zor boru tesisatı için kullanılır.
- TS EN 1057'ye (R290***) göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablo Z) yarı çekilmiş bakır boru, önceki sınıflara kıyasla daha düşük bir çalışma basıncına sahiptir. Bükme dirsek yapmaya ve redüksiyon yapmak için sündürmeye, şekillendirilmeye veya tavlanmaya uygun değildir. Sadece gümüş kaynaklı montaj için kullanılmalıdır.
  Her bir bakır boru tipi için maksimum çalışma basıncı, borunun büyüklüğü ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak değişir. Belirli bir ebadın uygun olduğu maksimum basınç miktarını belirlemek için ilgili EN Standardına danışılmalıdır. Daha büyük ebatta aynı boru tipi için aynı sıcaklıkta azami çalışma basıncı daha düşüktür.
  *** Notasyonu ilgili tablolar orijinal BS EN 1057 içerisinde bahsedilen ekler bulunmaktadır, TS EN 1057 içerisinde bu ekler bulunmamaktadır, geri kalan hükümler aynıdır.

4.1.2. Kaplama

Bakır boru aşağıdaki kaplamalarla sunulmaktadır:
- Üreticinin kendi kullanım için renk kodu boyalı,
- Krom kaplamalı,
- Plastik kaplamalı.

Sıcak su tesisatındaki boru montaj işleri için bakır boru kaplaması, normalde üreticinin standart renk koduna göre olacaktır (ülkemizde bakır borular bu renk kodları ile temin edilememektedir). Müşteri tarafından alternatif bir kaplama istenmesi durumunda, ayrıca belirtilmelidir.

Çizilmeyi önlemek için bakır boru dikkatle yatay dikey taşınmalı ve depolanmalıdır.

Sıkıştırma bağlantı parçaları ve boru üzerinde derin uzunlamasına çizikler varsa, yapılan montajlarda sızdırmazlık sağlanamaz.

4.2. BORU MONTAJ METOTLARI

Bakır boru tesisatı genel olarak kapiler bağlantı parçası, sıkıştırmalı bağlantı parçası, flanş, yüksüklü bağlantı parçası, lehimli soketli bağlantı parçası veya preslenmiş geçme ile birleştirilir. Bununla birlikte, farklı birleştirme yöntemleri de kullanılabilir. Farklı birleştirmeler sadece üreticinin tavsiyelerine uygun olarak yapılmalıdır.

Amerikan normu C12200'e göre bakır alaşımlı borular dişli, gümüş kaynaklı, lehimli bağlantı elemanları ile birleştirilir. Ekipmanlara ise flanş bağlantı ile birleştirilir.

ASTM B88M'ye göre bağlantılar, gümüş kaynağı, havşa başı, sıkıştırma bağlantı elemanları ile yapılır. Dielektrik malzemeler ve galvanik seviye farklılıkları olan geçişlerde mutlaka yalıtım flanş kullanılır.

4.3. BAKIR BORU KULLANILAN TESİSAT TÜRLERİ

Yukarıda her bir tesisat kısmı altında bulunan tablolar içerisinde tarif edilmiş boru ve bağlantı elemanlarının kullanım yerlerine göre izin verilen çap ve özel notlar dâhilinde kullanılır.

Yarı sert bakır veya bakır alaşımlı borular TS EN 1057'ye (R250)** göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablo X)'e göre 159 mm çapa kadar ucu düz olarak üretilir. Sıhhi tesisat, soğuk-sıcak su tesisatında erişilebilir yerlerde kullanılır. TS EN 1057'ye (R220 / R250'ye)** göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablolar W ve Y) yarı sert bakır borular ise toprağa gömülü olarak sıhhi tesisat için kullanılabilir.

** R220, R250, R290 tabloları TS EN 1057 içerisinde olmayıp BS EN 1057 içerinde malzeme sertliğini ifade eden alaşımlar için ölçü ve et kalınlıklarını vermektedir.

Termal (Sıcak Jeotermal) sular için suyun kimyasal analizi yapıldıktan sonra termal su ile kimyasal reaksiyon riski değerlendirilerek uygun nitelikte bakır veya bakır alaşımlı çekme borular kullanılabilir.

Yangın tesisatı için Amerikan normlarında alaşımlı çekme bakır borular, ASTM B88M'e göre K, L veya M tipi O60 tavlanmış, H sert çekme sonrası yumuşatılmış borular veya ASTM B75/B75M'e göre O60 az tavlanmış yumuşatılmış borular NFPA 13' e göre yağmurlama başlığı tesisatı için belirtilen yangın sınıfları için kullanılabilir. Ayrıca ASTM B 251'ye uygun dikişsiz bakır ve bakır alaşımlı çekme borular AWS A5.8'e (kalsifikasyon BCuP-3 veya BCuP-4) uygun dolgu malzeme ile lehimli, ASTM B 32'ye göre 95-5 (teneke-antimon-kalite 95TA) malzeme ile veya ASTM B 446 ye uygun alaşımlı metaller ile kaynaklanır.

90°C su sıcaklığı ve 6 Bar (600 kPa) basınç değerine kadar olan tesisat için dış çap sınırlaması ve bağlantı eleman üreticisi tavsiyelerine göre kullanılabilirler.

Orta sıcaklık ısıtma sistemleri için 110°C su sıcaklığına kadar olan tesisat için dış çap sınırlaması ve bağlantı eleman üreticisi tavsiyelerine göre uygun nitelikte bakır veya alaşımlı çekme borular kullanılabilir.

KISIM 2.6 ve 2.7'de tarif edilen ısıtma sistemleri için toprak altı ve toprak üstü tesisat için Tip CPR bakır çekme boru kullanılır.

Not: CPR sıkıştırmalı tip bağlantı için kullanılan bakır çekme boruları tarif eder. CPR- A'dan CPR-D'ye kadar su tesisat ve klima tesisat boruları, CPR-U yer altı tesisatında kullanılan kaplamalı olarak sıkıştırmalı bakır boru bağlantı tipi, CPR-INS ise fabrikasyon izoleli sıkıştırmalı bağlantı elemanı içi kullanılan çekme bakır boru tarifidir.

Tip CPR-A toprak üstü borular için ASTM B88M'e uygun dış çap 50 mm ve altı çaplar için açıktaki yatay ve görülen yerlerdeki dikey borular için Tip L sert çekme dikişsiz çekme bakır borular kullanılır. Dikey şaft içlerinde ise tavlanmış borular kullanılır. 1034 kPa ve daha düşük basınçlı tesisatta dış çap 50 mm ve alt çaplar için ASME B16.22'e uygun dövme bakır gümüş kaynaklı bağlantı elemanları ile kullanılır.

ASME B16.22'e göre soketli bakır bağlantı elemanları ASTM B88M 'e uygun dikişsiz bakır çekme Tip K borular için lehim bağlantı yapılır. Kullanılan bağlantı elemanlarının vana grubu malzemesi bronz döküm, ASME B16.26.'e uygun havşa başlı olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan lehim malzemesinin AWS A5.8/A5.8M'e uygun BCuP-5, grupta olması önemlidir. Kaynak malzemesi ise ASTM B32.'e uygun Sb-5 alaşımda olması gerekir.

Tip CPR-U toprak altı ve Tip CPR-INS yalıtımlı borular ASTM B88M'e uygun yalıtımlı Tip K dikişsiz bakır çekme boru ASME B16.22.'e uygun soket bağlantılı lehimli olarak yapılır.

Toprak altında kullanılan yalıtımlı borular için 121°C ve altı sıcaklıklar için 50 mm yalıtım kalınlığından ince olmayan yalıtım malzemesi kullanılır. 40 kg/m3 yoğunluktan düşük olmamak kaydı ile fabrikada boru üzerine dökülmüş kapalı hücre poliüretan ve 102 mm dış çapa kadar ve et kalınlığı 1.52 mm tip II PVC kaplı olarak imal edilir. 168 mm çapa kadar 2.16 mm 273 mm çapa kadar 2.79 mm su yalıtımlı prefabrik boru ve bağlantı elemanları ile kullanılır.

Düşük basınçlı 103 kPa Buhar tesisatında sadece izin verilen sıcaklık sınırlarına kadar ASTM B88M'e göre Tip K bakır çekme boruları buhar ve kondens hatlarında kullanılır. ASTM B88M'e göre Tip K bakır çekme boruları da dâhil izin verilen bağlantı elemanı, lehim ve kaynaklı olarak kullanılır.

ASME B16.18'e göre bakır alaşımlı döküm veya ASME B16.22'e göre kaynaklı tip soket, dövme bakır ASME B31.1.'e göre dış çap 50 mm geçmemek koşulu ile havşa başlı ve sıkıştırmalı tip bağlantı elemanları ile kullanılabilir.

Basınçlı hava tesisatında bakır ve bakır alaşımlı boru 207 kPa kadar olan kontrol ve enstrüman sistemleri için kullanılabilir. ASTM B280 standardına göre çekme boru, sert çekme, tavlanmış olarak 8 mm dış çap üzerinde ASME B16.22'e göre imal edilmiş dövme bakır soket kaynaklı bağlantı elemanları ile kullanılabilir. Kaynak malzemesi AWS WHB-2.9'a uygun 95-5 kalay-antimon, alaşım ve antimon (Sb) 5 olmalıdır.

Basınçlı hava medikal amaçlı 12 Bar (1379 kPa) kadar ASTM B819'e göre üretilmiş sert çekme dikişsiz bakır boru, K veya L tiplerinde OXY, MED, OXY/MED işaretli ASME B16.22 standardına göre sert lehimli dövme bakır bağlantı elemanları ile veya ASME B16.50 'e göre lehimli birleştirme metotları ile kullanılır. Döküm bakır bağlantı elemanları kesinlikle kullanılmamalıdır. Boru ve bağlantı elemanları Prosedür CGA G-4.1'e göre oksijen servis hatları temizlenir, döşeme altında Tip L borular kullanılması kesinlikle kabul edilmez. Borular imalata hazırlanırken nitrojen ile basınçlandırılır ve uçları sızdırmaz hale getirilir.

Vakum tesisatı için bakır ve bakır alaşımlı çekme boru kullanımı dişçi ve ameliyathane vakum hatları 34 kPa kadar vakum için bakır-bakır kaynağı için nitrojen lehimleme sırasında kaynak üzerine püskürtülür. Diğer alaşımlı malzemelerde belirtilen işlemi yapmaya gerek yoktur. Minimum boru çapı 20 mm altında olamaz.

Fueloil yakıt tesisatında ise sadece kalorifer yakıtı ile 6 No fueloil devrelerinde bakır boru kullanılır. Gazyağı ve diğer devrelerde bakır boru kullanılmaz.

Yarı sert bakır veya bakır alaşımlı borular TS EN 1057'ye (R250)** göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablo X) ve TS EN 1057'ye (R220 / R250)** göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablolar W ve Y) yarı sert bakır borular.

1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.1.5 Termal Sıcak Su Tesisatı
4- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı
5- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı
6- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses İçin
7- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima İçin
8- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
9- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri
10- Kısım 2.8. Buhar ve Kondens Tesisatı
11- Kısım 2.10 Fueloil Yakıt Tesisatı- Flanş, Kaynaklı
12- Kısım 2.11.Doğalgaz Tesisatı ilgili bölüm altında detaylı anlatılmıştır.

Dişli boru kullanımı sınırlı olsa da diğer bağlantı elemanları ile birleştirme metotları yanı sıra, soket gümüş kaynaklı, lehim ve flanşlı olarak her bir tesisat kısmında tanımlanan sınırlar çerçevesinde ve bağlantı kuralları uygulanarak kullanılmalıdır. Dişli bağlantılar için bakır döküm bağlantı elemanları sınırlı nitelikte alaşımlı olan borular ile kullanılmaktadır. Yukarıda bahsedilen tüm tesisat boruları için bağlantı elemanları üretici basınç ve dış çap sınırlamaları ile standartlar itina ile kontrol edilerek, tasarımcı, yetkili ve sorumlu danışman onayı alınarak kullanılmalıdır.

TS EN 1057'ye (R290) göre (BS 2871 Bölüm 1 Tablo Z) yarı çekilmiş bakır boru**

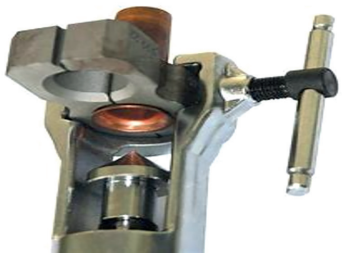
1- Kısım 2.9 Basınçlı hava ve vakum tesisatı soğutucu gazlar ile ilgili

Bahsedilen boru, sınırlı kullanım birlikte ağırlıklı soğutma gazı ve medikal gaz tesisatı için kullanılmaktadır. Yüksüklü bağlantı, havşa başlı lehim pastası bağlantısı vs.

Tablo 4.3 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kullanılabileceği Ortam ve Akışkanlar

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ														
No.	BORU MALZEMESİ	SERVİS												
		A	B1	B2	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
2.8	Bakır ve Bakır Alaşımı	√	√	√	√	√	√			√				√

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ	
A	Toprak Altı, Gömülü Tesisat
B1	Toprak Üstü: Çalışma Ortam Sıcaklığı -25 Den 45 °C ve Ultraviyole Işığa Açık E
B2	Toprak Üstü: Elektrikli Isıtıcı Bant ve Termal Yalıtım ile
C	Çalışma Sıcaklığı, 80 °C ve Üzeri
D1	Çözeltiler: Polar Olmayan
D2	Çözeltiler: Polar
E1	Kimyasal: [Güçlü,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asitler
E2	Kimyasal: [Zayıf,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E3	Kimyasal [Zayıf,][ ] % Temelde
E4	Kimyasal: [Güçlü,][ ] % Temelde
E5	Kimyasal: Klor [ ]
K	Kimyasal: Paslandıran Sıvılar
E7	Kimyasal: Sülfat [ ]



Resim 4.1 *Bakır Borular için Havşa Makinesi*

4.4. DİŞLİ BİRLEŞTİRME MONTAJI

4.4.1. Dişli Bağlantı Metodu

Dikişsiz borular Amerikan ASME B16.11, 16.22 ve TS EN 1254-1 soket lehim ve alaşımlı kaynaklı veya diş açılmış bakır bağlantı elemanları ile kullanılmaktadır. Diş derinliği ve dişli boru uzunluğu kullanılan tesisata uygun olarak gaz veya su dişi olarak doğru uygulanmalıdır. Bronz döküm dişli bağlantı elemanları ASME B16.15'e uygun ve ASME B1.20.2M'e göre dişlerinde yapılmış olması gerekir. Boru ucu için yapılan düz dişler ya ISO 228-1 veya ASME B1.1'e uygunluk zorunluluğu vardır.

4.5. KAPİLER BİRLEŞTİRME VE GEÇME MONTAJI

4.5.1. Kapiler Montaj Metodu

Kapiler bağlantı parçaları ve sıkıştırma bağlantı parçaları (kabul edilebilir durumlarda) için yumuşak lehim kullanımı konusunda TS Standardının getirdiği basınç sınırlamalara uyulacak ve gerektiğinde gümüş lehim kullanılacaktır. Erişilemeyen borular için bu tip bağlantılardan kaçınılmalıdır. Ancak alternatif yoksa tercihen gümüş lehim ile birleştirme yapılabilir. Gümüş lehimleme için uygun nitelikli kaynakçı bulunmayan yerlerde, özel bakım yapılmış ve yakın gözetim altında bulunulması kaydıyla, dış çap 54 mm'ye kadar çaplar için bütünleşmiş lehimli bilezik bağlantı parçaları kullanılabilir.

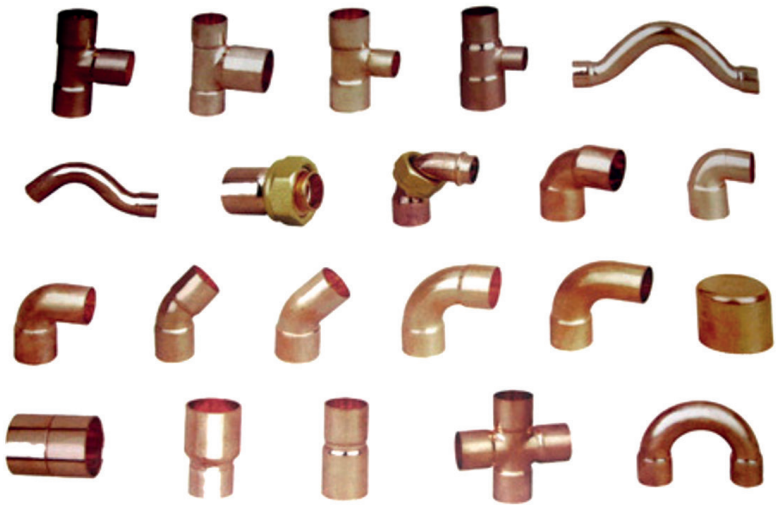
Şekillendirme teknikleri kullanılabilir, ancak yalnızca EN 1057'deki (EN 1057 Tablo X ve Tablo Y) boru üzerindeki düz kaplin için ve Tablo Y borusundaki kol ayrımları için kullanılabilir.

4.5.2. Kapiler Bağlantı Parçaları

67 mm'ye kadar çaplar için kapiler armatürler, EN 1254-4'e uygundur. Bunlar bakırdan veya bütünleşmiş lehim halkası veya yumuşak lehimle birleştirilen uç beslemeli olacaktır. 67 mm ve üzeri çaplarda, tunç ve kama halkalı olacaktır.

Tüm bağlantı parçaları imalatçının talimatlarına uygun olarak monte edilmelidir. Lehim, yıkama ve doldurma işleminden önce boruların herhangi bir şekilde paslanmasını önlemek için seçilen montaj, imalatçının önerilerine göre kullanılacaktır.

İki kat pirinçten (Çinko içeriği %30'un üstünde) olan armatürler kullanılamaz.



Resim 4.2 *Bakır Borular için Kapiler Bağlantı Elemanları*

4.6. SIKIŞTIRMA BAĞLANTI ELEMANI VE MONTAJ CİHAZI

4.6.1. Sıkıştırma Metodu

Sıkıştırmalı birleştirmeler, birleştirme bileşiği olmadan kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Montaj kuvvetlerini azaltmak ve daha güvenilir bir bağlantı sağlamak için 22 mm dış çapın üzerindeki boyutlar için dişli sıvı contalar önerilir.

Sıkıştırma aleti SAE 72 veya 88 standartlarına uygun, kafa küre kılıfı preslenmiş pirinç ve UL onaylı ve 38°C, 1380 kPa asgari basınç üretecek nitelikte olmalıdır.

4.6.2. Sıkıştırma Bağlantı Parçaları

35 mm'ye kadar çaplardaki sıkıştırma bağlantı parçaları EN 1254'e veya ASTM B124/B124M uygun preslenmiş pirinç alaşımı C37700 olmalıdır. Tüm bağlantı parçaları imalatçının talimatlarına uygun olarak monte edilmelidir. Tamamlanmış birleştirmelerin sızdırmazlık seviyesinin tavsiyeler ile uyumlu olmasını sağlamak için özel özen gösterilecektir.

Mümkün olan yerlerde iç redüksiyon (içten daralan) kullanımından kaçınılmalıdır.

EN 1057 Bölüm 1 Tablo X, tip bakır borudan başka bir tip boruya bağlamak için sıkıştırma bağlantı parçalarının kullanılması, uygun bir boru astarının kullanılmasını gerektirebilir.

Resim 4.3 *Bakır Borular için Sıkıştırma Bağlantı Elemanları*

4.7. FLANŞLI BİRLEŞTİRMELER

67 mm ve üzeri boru hatlarında, boruların bir bölümünün, erişim ve montaj veya test için kolayca sökülebileceği yerlerde flanş ile birleştirme yapılacaktır.

EN 1057 Tablo X ve Tablo Y, boru için flanş boruya lehimlemek için, tunç veya düşük çinko pirinç ara parçaları ile iki parçalı olmalıdır.

Bakır veya bakır alaşımlı flanş ve bağlantılı elemanları ASTM B61'e göre C92200 yumuşatılmış veya ASTM B62'e göre C83600 (alaşım 85-5-5-5 olarak bilinir), yumuşatılmış olmalıdır.

İki parçalı metal flanş fatura üzerindeki cıvata delikleri, ekipman üzerindeki flanş eşleştirmesi için EN 1092 PN6 kod 307'ye (6 Bara kadar) veya PN16 kod 307'ye (16 Bara kadar) standardında delinmelidir. İki parçalı metal flanş altıgen başlı cıvata, somun ve pullarla oluklu metal veya iç cıvata dairesi düz halka kompozisyon contaları ile birleştirilecektir. Tunç veya bronz flanş kullanıldığı yerlerde cıvatalar, somunlar ve pullar flanş aynı malzemeden olmalıdır.

Yüksek basınçlı bakır ve bakır alaşım kullanılan tesisat için flanş ve flanş bağlantı elemanları çalışma basınç sınıfına göre faturaları, flanş çap ve kalınlıkları ASME B16.26'e göre 2,4 MPa (24Bar) Sınıf 150 veya 4,9 MPa sınıf 300 olmalıdır.

ANSI ile ISO ya göre dönüşüm Örnek: ANSI 150 150*(1/6- 1) = (150/6)- 1= 25 Bar -1 =24 Bar

Flanş bağlantısı için 103 kPa ve alt basınçtaki buhar tesisatı için ASME B16.24'e göre flanş 200 mm'den yukarı boru çap değerleri için kullanılamaz.

4.7.1. Civata ve Somun Malzemeleri

Bakır ve alaşımlı bakır tesisatında kullanılan cıvata somun ve pul malzemeleri flanş malzemesi basınç sınıfına ve malzemesine uygun olarak altıgen başlı olmalıdır.

4.7.2. Bakır Flanş Conta Malzemeleri

Flanş ve flanş bağlantı elemanları çalışma basınç sınıfına göre faturaları, flanş çap ve kalınlıkları ASME B16.26'e göre, 150 veya 300 sınıfına göre, ASME B16.5, ek E grup [1a] veya [1b]'ye göre conta ile cıvata somun veya metalik olmayan, tüm yüzeyi kaplayan düşük yoğunluklu contalar veya metal olmayan cıvata somun için contanın üzerindeki basınç 11.0 MPa'dan az olamaz. ASME B16.21 veya ASME B16.20 standartlarına göre conta ölçü ve kalınlıkları olmak zorundadır.

4.8. YÜKSÜKLÜ BAĞLANTI MONTAJI

4.8.1. Yüksüklü Montaj Yöntemi

Yüksüklü tip bağlantılar, lehim, macun veya diş açma işlemini gerektirmez. Birleştirmeler gereç olmadan yapılabilir. Birleştirme için herhangi bir ısı gerekmez. Ayrıca kolayca çıkarılma avantajına sahiptirler. Ayırmak için özel el aleti gerektirmektedir.

Bu ürünlerin çalışma sıcaklık ve basınç aralıklarına göre kullanılması için özen gösterilmelidir. Üreticinin verdiği ayrıntılara bakın.

4.8.2. Yüksüklü Bağlantı Parçaları

Çoğu bağlantı parçası, küçük delikli ve mikro delikli sistemlerde kullanım için uygundur ve onaylanmıştır. Sıcaklık ve basınç aralığı için üreticiden onay alınmalıdır.

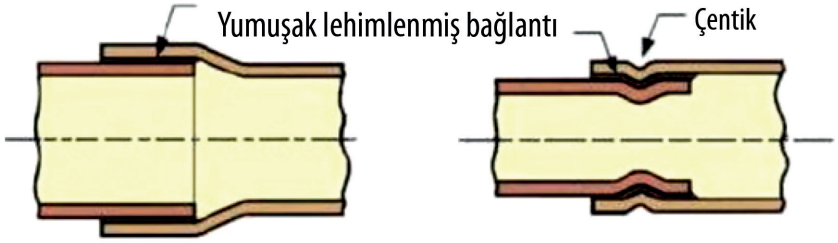
Resim 4.4 *Bakır Borular için Yüksüklü Bağlantı Elemanları*

4.9. YUMUŞAK ve SERT LEHİMLİ MONTAJ

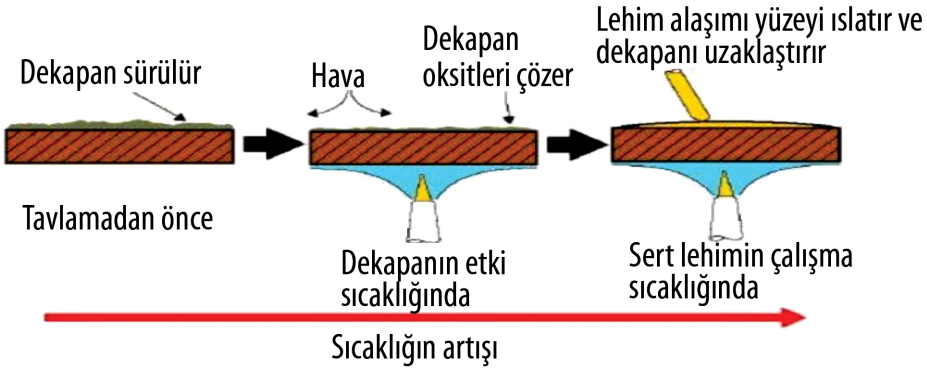
4.9.1. Yumuşak Lehimleme Yöntemi

450 °C'nin altında ergiyen alaşımlarla yapılan lehimleme işlemine yumuşak lehimleme denir. Lehimin ergime sıcaklığı birleştirilecek esas malzemelerden daha düşüktür ve bu işlemde esas malzemeler ergimeden sadece belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Lehimleme işlemini yaparken dekapan olarak lehim pastası kullanılır. Dekapanlar kimyasal maddelerdir. Lehimleme sırasında ön ısıtma işlemi sürecinde ergir, bu sayede esas metalin yüzeyinde oluşan oksitleri ortadan kaldırarak temiz yüzeylere lehim alaşımının iyi bir şekilde yayılmasını sağlar. Bir lehim alaşımının esas metalin yüzeyi üzerinde iyi bir biçimde yayılması ve difüzyon yoluyla bağ oluşturabilmesi için esas metalin yüzeyine iyi bir şekilde ıslatması (sulanması) gerekir.

Kalorifer tesisatında, soğuk/sıcak su tesisatında yumuşak lehimleme birleştirme yöntemi uygulanır. Bu tip lehimleme ile birleştirme yöntemi soğutma tesisatı için tavsiye edilmez. Ancak yumuşak ve çekilmiş küçük çaplı bakır borularda tavsiye edilir. Temiz su tesisatında içerisinde kurşun olmayan lehim alaşımı kullanılmalıdır. Bakır boru tesisatı için yumuşak lehimlemede lehim teli olarak S-Sn97Cu3 lehim alaşımı kullanılır. Ergime sınırı 230 ºC–250 ºC'dir. Lehim teli 2-3 mm çaplarında, makara şeklindedir. Lehimleme için kullanılan eritenlere de özen gösterilmesi gerekir. Dekapanlar genellikle boraksla asit borik karışımlarıdır. DIN EN 29453'e uygun olarak üretilmiş yumuşak lehim pastası, DIN EN29454–13.1.1C'e uygun temizleyici akışkan madde, ağırlığının %60'ı kadar metal (lehim) ihtiva eder.



Resim 4.5 *Bakır Borular için Yumuşak Lehimli Bağlantı Elemanları*



Resim 4.6 *Dekapan Sıcaklık ile Değişimi*

4.9.2. Sert Lehimleme Yöntemi

Montajdan sonra erişilemeyen yerlerde bulunan birleştirmeler tercihen gümüş kaynaklı olmalıdır.

Bazı gümüş lehim alaşımlarının kadmiyum içeriğine bağlı olarak sağlık riski oluşturduğu için lehimleme işleminde dikkatli olunmalıdır. Aşırı ısındığında kadmiyum buharlaşır ve buharının teneffüs edilmesi halinde çok zehirlidir. Bu koşullar altında benzer bir reaksiyon bazı eritme bileşenleriyle de meydana gelebilir.

Lehimleme için kullanılan eritenlere da özen gösterilmesi gerekir. Bu eriten malzemeler solunursa veya göze temas ederse, çeşitli derecelerde tahrişe neden olabilir. Temizlenmediğinde cildi de etkileyebilir.

Buhar ve kondens tesisatı için kullanılan bakır ve alaşımlı bakır borular için buhar basıncı 103 kPa ve altı basınç için ASTM B32'e uygun Sb5 alaşımlı kaynak malzemesi ve 827 kPa buhar tesisatı için uygun nitelikte yüksek basınç için gümüş kaynak lehim bağlantıları ile kullanılır.

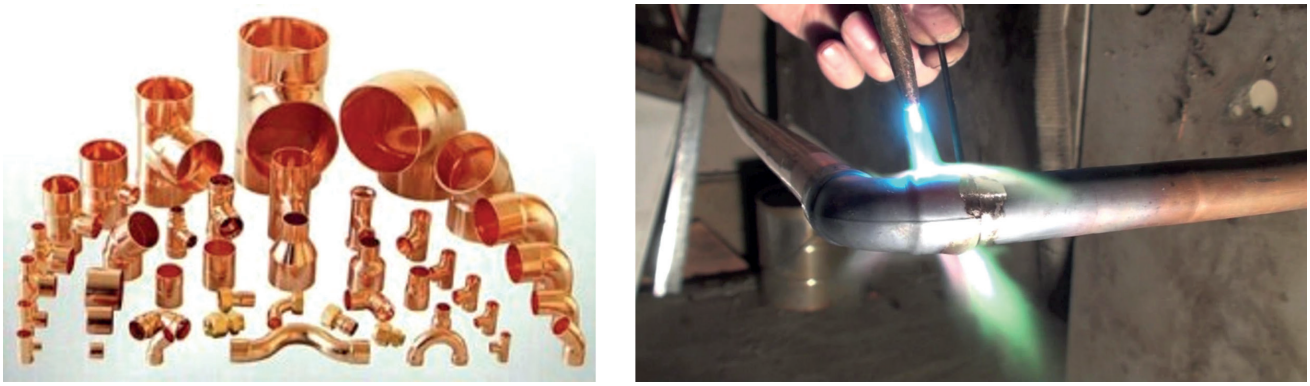
Alaşımlı metal boru sistemleri için boru kimyasal kaynak pastası (flux) malzemelerin seçimine özen gösterilmelidir. Kaynak pastası tipleri ASTM B813'e uygun nitelikte [R] [RMA] [RA] [OA] [OS] [IS] malzemelerdir.

Not: Kaynak pastası (Flux) çam fidanının rafine edildikten sonra saflaştırılması ile elde edilir ve ROSIN olarak adlandırılır. Isıtıldığı zaman hızla yüzeyi okside eder ve çeşitli kir ve parçaları uzaklaştırır. Soğuduğunda sert ve başka malzemeler karışmaz (inert) hale gelir. Çeşitli organik ve inorganik karışım çeşitleri vardır. Bakır ve alaşımları (bakır, pirinç ve paslanmaz çelik) için inorganik asit pasta (flux) güçlü asitlerin (hidroklorik asit, çinko-klorik ve amonyum-klorik) karıştırılması ile elde edilir. Kullanıldıktan sonra mutlaka çok iyi temizlenmesi gerekir. Korozyon artıkları yüzeyden temizlenmedikleri takdirde lehime zarar verir, zayıflatır.

4.9.3. Sert Lehimleme Bağlantı Parçaları

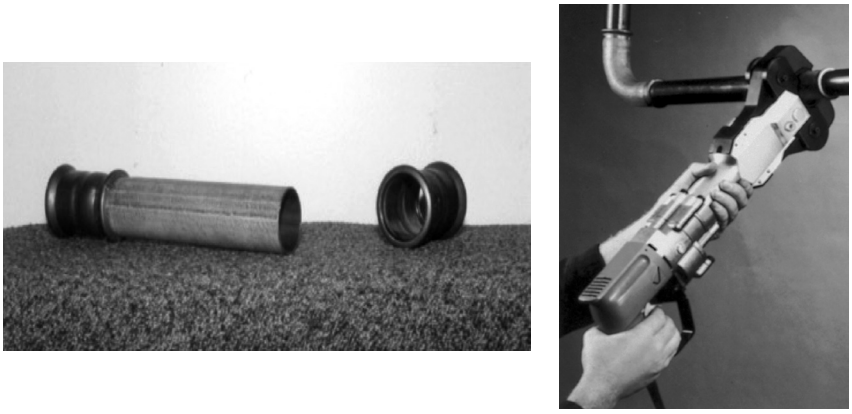
Sert lehim için bağlantı malzemeleri EN 1254-1'e göre bakır, DZR Pirinç ve Bronz (Tunç) veya ASME B16.22 ve ASME B16.18. standartlarına uygun malzeme kullanılmalıdır. Bağlantı parçaları özellikle sert lehimleme için üretilmiştir ve yumuşak lehim bağlantı için uygun değildir. Havşa başlı bağlantı elemanları bakır boru için ASME B16.26.'e uygun olmalıdır.

Her durumda üreticinin önerileri göz önüne alınmalıdır.



Resim 4.7 *Bakır Borular için Lehim ve Gümüş Kaynak Bağlantı Elemanları ve Yapılışı*

4.10. PRESLİ MONTAJI



Resim 4.8 *Bakır Borular için Presli Bağlantı Makinesi*

4.10.1. Presli Bağlantı Yöntemi

Bağlantı parçası ve boru, kalıcı bağlantı oluşturmak için preslenir. Sıkıştırma geçirme işlemi fabrikada takılan conta bileziklerini uç boncukta deforme ederek, bağlantının sızdırmaz kalmasını sağlar.

Bakır boru tesisatı sınıfı ve tipi, düz boru boyunca ve bağlantı elemanlarını birleştirmek için kullanılır. Bağlantı parçaları üretici önerilerine göre seçilecek boru tipi ve özellikleri uyumlu olmalıdır. Özellikle bağlantı elemanları imalatçılarının ürünlerinde tavsiye ettiği sıcaklık ve basınç sınırlamalarına dikkat edilmelidir.

Pres geçirme 12 mm - 108 mm aralığındaki dış çaplarda kullanılabilir. Sıcaklık ve basınç sınırları kontrol edilmelidir. Bunlar üreticiye göre değişebilir.

4.10.2. Bağlantı Parçası

Boru tesisatının ve bağlantı parçalarının karşılıklı olarak uyumlu olması, amaçlanan uygulama için uygun olması ve bunların bakır boru tesisatında kullanmaya uygun olması önemlidir. Boru çapları, sıcaklık ve basınç değerleri ile malzeme ve imalatçıya göre de değişir.

Bakır borular 12 ila 108 mm dış çapta üretilir. Güçlü ve kalıcı bir bağlantı oluşturmak için sıkıştırma parçası ve boru uygun aletle preslenmelidir.

Pres aletinin kafa kısmı için işlem yapılan yerde gereken yeterli boşluk olması ve aletin ağırlığından dolayı yüksekte yapılan imalatlar için uygun çalışma iskelesine ihtiyaç vardır.

4.11. BORUDAN BÜKME DİRSEKLER

Dış çap 54 mm'ye kadar boyutlar için alan ve görünüm izin veriyorsa TS EN 1057 Tablo X ve Tablo Y boruları için çekilmiş dirsekler kullanılabilir. Standart biçimleyiciler ve boru bükme makineleri kullanılacaktır.

4.12. BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI

Standart olarak ANSI MSS SP-58'e uyumlu bakır, pirinç, çelik tabanlı, boru askı, destek ve kılavuz malzemeleri bina taşıyıcı sistemlerine tespit noktalarında, uygulamaya bağlı olarak bina yapı malzemesi ile galvanik bakımdan uygun olmalıdır. Boru ile temas halindeki askı, sabit veya kayar desteklerin taşıyıcı sistemleri demir-çelik olması durumunda boru ile temas eden askı ve desteklerin arasında yalıtım malzemeleri olmalıdır. Bütün borulara bağlantılı vana, enstrüman ve ekipmanların yükleri boruya verilmeden bağımsız olarak ayrı desteklenmelidir.

Borularla ile kullanılan sabitleme cıvata ve somunlar ASME B31.1'e uygun standartlarda ve aynı zamanda ASTM B98/B98M göre C65100 veya C66100 alaşımlı malzeme kullanılmalıdır. Alternatif olarak ASTM B150/B150M uygun C63000 veya C64200 alaşımlı ile ASTM B164'e göre N04400 veya N04405 malzeme kullanılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken çok önemli bir detay ise kullanılan cıvata malzemesi ile altına konan pul aynı malzeme olmak zorundadır.

Boru destekleri birleştirmelere olabildiğince yakın yerleştirilecek ve yön değişikliği yapılacaktır. Destekler arasında aşırı bükülme olmaksızın ve hareket ettirilebilecek şekilde boruları düzgün bir şekilde taşıyacaklardır.

Sallanan boru askılarının kullanıldığı yerlerde, gerekli tüm boru hattı boyunca serbestçe hareket edebileceklerdir. Destek çubuğu 300 mm uzunluğundan az olmamalı ve herhangi bir yalıtımın kalınlığından uzak olmalıdır. Salınan askılarda yarı küre şeklinde pullar veya benzer parçalar kullanılacaktır. Benzer çalışma sıcaklığı ve malzemeden yapılmış borular tek bir destek çubuğu ile üst üste iki kat asılabilir.

Dikey boru hattı, yükselticinin tabanında desteklenmeli ve Tablo D'deki sınırları aşmamak üzere aralıklarla yönlendirilmelidir. Bir yükselticinin kolları, yükseltici için bir destek aracı olarak kullanılmamalıdır.

Yüklenici, inşaat sırasında desteklerin ve bağlantı elemanlarının yerlerinin tespit edilmesi ve bazı destek ve bağlantı elemanlarının betonarme yapı içine yerleştirilmesi için eksiksiz bilgi sağlayacaktır. Gerekli işaretlemelerin yapılmasından ve deliklerin açılmasından da yüklenici sorumludur.

Bakır boru hatları, normalde aşağıdaki tabloları aşmayan aralıklarla desteklenmelidir. Sıralı vana aksesuarların yükünü taşımak için ara destekler gerekli olabilir.

Ayak dayama yerleri olarak kullanılabilecek yerler tabloda verilen değerlerin yarı aralığına ilave boru destekleri yatay düşük seviye boru hatları üzerine sağlanacaktır.

Yapıda uygulanan nokta yükü sınırlamak için daha büyük boyutlarda ilave boru destekleri gerekebilir.

Boruları kılavuz kayar mesnet ile askıya alırken, montajın sağlamlığına ve termal kuvvetlerin etkisine özel dikkat gösterilmelidir.

TABLO 4.4 Bakır Borular için Soğutma Kondenser Tesisatı Destek Aralıkları

Bakır Boru Destek Mesafeleri		
Boru Anma Ölçüsü	**Maksimum Destek Aralığı**	
	Yatay	**Dikey**
mm	**m**	**m**
15	1,80	2,00
22-28	2,00	2,50
35-42	2,50	3,00
54	2,70	3,00
67-108	3,00	3,70
133-159	3,60	4,20

TABLO 4.5 Buhar, Orta Sıcaklık Isıtma, Sıcak ve Soğuk Su Tesisat Destek Aralıkları

Bakır Boru Destek Mesafeleri		
Boru Anma Ölçüsü	**Maksimum Destek Aralığı**	
	Yatay	**Dikey**
mm	**m**	**m**
15	1,80	2,00
22-28	2,00	2,50
35-42	2,50	3,00
54	2,70	3,00
67-108	3,00	3,70
133-159	3,60	4,20

TABLO 4.6 Bakır Boru Yakıt Tesisatı Destek Aralıkları

Bakır Boru Destek Mesafeleri		
Boru Anma Ölçüsü	**Maksimum Destek Aralığı**	
	Yatay	**Dikey**
mm	**m**	**m**
15	1,20	2,00
22-28	2,00	2,50
35-42	2,50	3,00
54	2,70	3,00
67-108	3,00	3,70
133-159	3,60	4,20

TABLO 4.7 Bakır Borular için Kondenser ve Soğutma Suyu Tesisatı Destek Aralıkları

Bakır Boru Destek Mesafeleri		
Boru Anma Ölçüsü	**Maksimum Destek Aralığı**	
	Yatay	**Dikey**
mm	**m**	**m**
15	1,80	2,00
22-28	2,00	2,50
35-42	2,50	3,00
54	2,70	3,00
67-108	3,00	3,70
133-159	3,60	4,20

TABLO 4.8 Tüm Borular ve Bakır Boru için Yangın Tesisatı Destek Aralıkları

	NOMİNAL BORU ÖLÇÜSÜ (İNÇ)											
	¾	**1**	**1¼**	**1½**	**2**	**2½**	**3**	**3½**	**4**	**5**	**6**	**8**
Çelik Borular (Düşük Et Kalınlık Dişli Borular Hariç)	-	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Düşük Et Kalınlık Dişli Çelik Borular	-	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Çekme Bakır Borular	***8-0***	***8-0***	***10-0***	***10-0***	***12-0***	***12-0***	***12-0***	***15-0***	***15-0***	***15-0***	***15-0***	***15-0***
CPVC	5-6	6-0	6-6	7-0	8-0	9-0	10-0	-	-	-	-	-
Polibutilen (IPS)	-	3-9	4-7	5-0	5-11	-	-	-	-	-	-	-
Polibutilen (IPS)	2-11	3-4	3-11	4-5	5-5	-	-	-	-	-	-	-
Düktil Demir Borular	-	-	-	-	-	-	15-0	-	15-0	-	15-0	15-0
SI Birim 1 inç=25,4 mm- 1 feet=0,3048 m, 10-11 tanımı 10 ft ve 11" demektir.												
Not: (IPS) demir boru ölçüsü, (CTS) bakır çekme boru ölçüsüdür.												

Bakır boru tesisatının desteklenmesinde, birbirlerinin benzeri olmayan malzemelerin birbiriyle temas etmemesine özen gösterilmelidir.

4.13. BORULARDA ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Normalde soğutma veya ısıtma sağlayan akışkanın sıcaklık aralığı özel bir dikkat gerektirmez. Genleşme ve daralma gerilmeleri normalde doğal esneklik ile sağlanır.

Bakır Boru Uzaması

Bakır borunun genleşmesi ve büzülmesi: Sıcaklıkta 100°C artış için metre başına 1.7 mm genleşme olacağı hesaplanmalıdır.

Detaylı hesap yöntemleri için EK 1 Tesisat boru tasarım kısmına bakınız.

4.14. YAPIM VE MONTAJ

4.14.1. Temizlik

Borular, montajdan önce çapak, korozyon, kireç ve kirden arındırılmış olacaktır. Montaj sırasında kalan açık uçlar, sıkı oturan uygun metal, plastik tapalar veya kapaklar ile kapatılmalıdır. Tüm birleştirmeler temizlenmeli ve düzeltilmelidir.

Katı maddenin sistem suyuna girmesini önlemek için tedbirler alınacaktır. Özellikle boru hattının ve bağlantı elemanları kirletici bileşenlerin (örneğin, kireç veya yağ) iç yüzeylerine tutunmuş olanlar.

Kurulum işlemi sırasında içeri girenler (ör. Toprak ve yapı malzemeleri).

Boru hattı içerisinde korozif veya kimyasal etki oluşturanlar (örneğin eritenler, korozyon önleyiciler veya antifriz).

Medikal basınçlı hava hatlarında nitrojen boşaltılır ve sterilizasyon işlemleri yapılır.

4.14.2. Boru Duvar Geçiş Kovanları (Kılıflar)

Duvarların veya döşemelerin kalınlığı içinde herhangi bir boru hattı bağlantısı bulunmamalıdır. Tasarımın bir parçası olarak özel olarak tanımlanmadıkça, boru hattı yapı içine gömülmemelidir.

Borular, duvarlardan veya döşemelerden geçerken, boru hattıyla aynı malzemeden bir boru kovanı kurulacaktır. Kovan, bitmiş duvar veya döşeme kalınlığından 3 mm'den az veya 12 mm'den fazla olmaması için yeterli uzunlukta olmalıdır. Kovan iç çapı içinden geçen yalıtılmış boru dış çapından en az 25 mm daha büyük olmalıdır. Gürültü veya yangın bariyeri oluşturmak için gerekli olduğu yerde, boru hattı ile kovan arasındaki boşluk uygun malzeme ile doldurulmalıdır.

Dış duvarlar, döşemeler ve çatıların içinden geçen borular, su, haşere, toz ve yangın yayılmasına karşı uygun şekilde dolgu flanş veya kovanlarıyla donatılmalıdır.

Herhangi bir yapının yangın direncini zayıflatacak hiçbir kovan kullanılamaz. Boru kovanları yangın bariyerlerinden geçtiği yerlerde, boru ve kovan arasındaki yuvarlak boşluk veya yalıtım ve kovan, gerekli derecelendirmenin bir yangın / duman bariyeri oluşturmak için yanıcı olmayan ve ateşe dayanıklı malzeme ile doldurulur. Kovan içerisindeki her iki uca da 2 mm derin soğuk mastik sızdırmazlık uygulanır. Döşemelerin yıkandığı alanlarda zemin kaplamasının üstünde 100 mm çıkıntı olacak şekilde koruma sağlanacaktır.

4.14.3. Boru Hizalama

Boru tesisatı, binaların iç hatlarını yatay, dikey olarak, kolonlar, kirişler gibi sabit değişmez doğrultuları ve iz düşümlerini izleyerek yapılacaktır; borular sadece görüş alanı dışındaki çatı alanları gibi alanlar boyunca istenilen şekilde yürütülebilir. Boru hatları, binaya, diğer hizmetlere ve cihazlara göre uygun pozisyonlarda olmalıdır. Boşaltma ve havalandırma için gerekli tolerans verilecektir.

4.14.4. Boru Montaj Aralıkları

Boru işleri, herhangi bir yalıtım dâhil, duvarlardan, yanındaki borulardan ve diğer sabit parçalardan en az 25 mm uzakta olmalıdır. Düşük seviyeli yatay boru tesisatı döşemelerin üstünde 100 mm'den daha az olmamak üzere sabitlenmelidir.

KISIM 5. PASLANMAZ ÇELİK BORU DEVRE ELEMANLARI ve MONTAJI

Paslanmaz çelik ve alaşımlı borular; ferritik, östenitik, martensitik, ferritik-östenitik borular özellikle boru içerisinde sürtünme kayıplarının düşüklüğü, uzun çalışma ömrü, paslanmaması, yüksek basınç ve yüksek sıcaklık dayanımı ile hijyen koşullarının öne çıktığı durumlarda tercih edilmektedir. Dişli montajın sınırlı olması ve bağlantı elemanlarının yerli üretiminin geniş yelpazede olmamasından dolayı Türkiye'de sadece özel konular dışında yaygın olarak kullanılmamaktadır.

5.1 BORU MALZEME TİPLERİ

Çalışma basıncına, sıcaklığa, boru boyutuna, birleştirme presli bağlantı yöntemine ve servis tipine uygun boru tipinin ve kalitesinin kullanılması önemlidir.

İzin verilen maksimum tasarım basıncı, sıcaklıklar ve borular için gerilmeler TS EN 806'da belirtilen sınırlar içinde olmalıdır

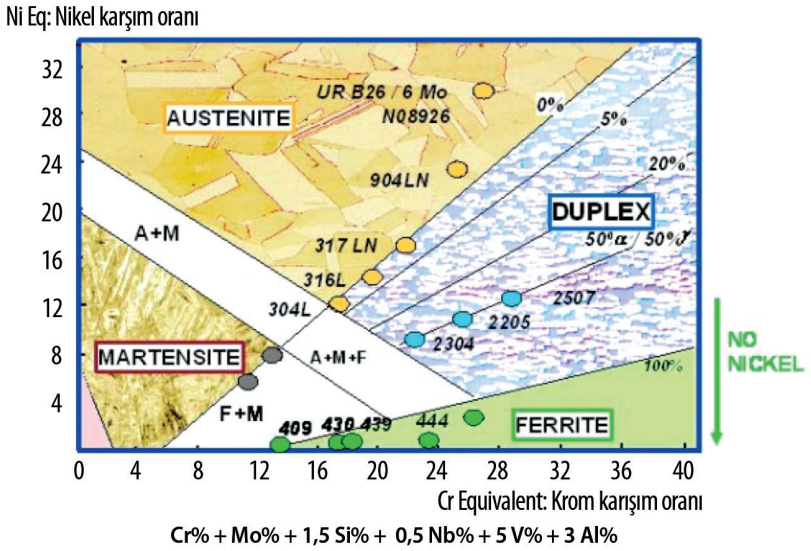
Bu bölüm paslanmaz çelik boru tesisatının yapımı ve montajını kapsamaktadır. Paslanmaz çelikler için %18 krom-%10 Nikel alaşımları 300 serisi çelikleri, nikelin katılmadığı alaşımlar ise 400 serisi paslanmaz çelikleri oluşturulur. Bu uygulama için en yaygın kaliteler AISI304 (%18 krom-%8 nikel), AISI316 (%16 krom-%10 nikel-%2 molibden) kod yanına gelen L (karbon seviyesi %0,03) olması ile ifade edilir. Genelde paslanmaz çeliklerde karbon miktarı %0,15 seviyesine kadar çıkar ise de farklı karbon seviyelerinin de tamamı paslanmaz çelik boruları oluşturur. Kaynaklı montajın baskın olması yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı muhtemeldir.

Ferritik Paslanmaz Çelik (AISI 409,430 vb.) %12-18 Krom (Cr) kadar kırılganlığı göreceli fazla, darbe dayanımı ve kaynak edilebilme kabiliyeti düşüktür. Tamamı manyetik olan bu çelikler malzeme kodları AISI430 gibi genellikle dikişli boru (araba egzoz boruları) sıcak su tankları imalatında kullanılabilir.

Östenitik Paslanmaz Çelik (AISI 304,316 vb.) %12-18 Krom (Cr) üzerine Nikel eklenerek kırılganlığı düşük, kaynak edilebilme kabiliyeti iyi malzeme elde edilir. Soğuk işlem yapılarak manyetik özellik kazanabilen bu çeliklerin hijyenik ve darbe dayanımları yüksektir.

Martensitik Paslanmaz Çelik (AISI 403,420,420,440 vb.) %3 kadar (Nb-Mo-W) ve %10.5-18 kadar da (Cr) olarak mekanik özellikleri artırılmış ve 815 °C'ye kadar paslanmazlık özelliğini kaybetmez. 700°C'ye kadar güvenli şekilde kullanılır. Malzeme kodları 403-410-440A-B-C gibi. Genelde ameliyathane malzemeleri, mutfak ekipmanları, klima kanalları imalatlarında kullanılır.

Ferritik-Östenitik Paslanmaz Çelik ("Dubleks" diye bilinir) %11-30 Krom (Cr) kadar kırılganlığı göreceli fazla, darbe dayanımı ve kaynak edilebilme kabiliyeti düşüktür. Tamamı manyetik olan bu çelikler malzeme kodları 430 gibi genellikle dikişli boru imalatında kullanılabilir. Not: Paslanmaz çelik borular klor bakımından zengin ortamlarda kullanılamaz. (Örnek: Yüzme havuzları)



Şekil 5.1 *Tüm Paslanmaz Çelik Malzemelerin Kimyasal Kompozisyonu*

5.1.1 Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler

Yukarıda açıklandığı üzere östenitik ASTM A312/A312M'e göre korozif ortama göre paslanmaz çelik borular dikişli veya paslanmaz çelik çekme borulardır. ASTM A813/A813M'e göre klas SW veya klas DW veya ASTM A814/A814M'e uygun flanş ve soğuk bükme olarak klas SW veya klas DW'dir. Boru kullanma amacına göre farklı sınıf 304, 304L, 316, 316L ile ASME B36.19M boru et kalınlık değerleri (Schedule) 5S, 10S, 40S, 80S kullanılır.

Ayrıca ASTM A269/A269M normunu sağlayan veya ASTM A632 normuna göre paslanmaz çelik çekme dikişsiz veya kaynaklı sınıf 304, 304L, 316, 316L veya ASTM A789/A789M'e göre dikişsiz veya kaynaklı sınıf S32760'a uygun nominal ölçü ve et kalınlığında kullanılır.

Ferritik-Martensitik ASTM A268/A268M'e göre paslanmaz çelik dikişsiz ve kaynaklı, sınıf S44627 veya sınıf S43035, 430 ve ASME B36.19M normunda boru et kalınlık değerleri 5S 10S, 40S, 80S, kullanılır.

Yine **ferritik ve martensitik** ASTM A268/A268M normunu sağlayan veya ASTM A632 normuna göre paslanmaz çelik çekme dikişsiz veya kaynaklı sınıf 410 veya ASTM A789/A789M'e göre dikişsiz veya kaynaklı sınıf S31500'e uygun veya ASTM A268/A268M normunu sağlayan kaynaklı ve tavlanmış sınıf S44627 nominal ölçü ve et kalınlığında kullanılır.

5.1.2 Kaplama

Paslanmaz çelik borular genel olarak kullanıldığı yerlere bağlı olarak çıplak olarak veya boru dışı plastik kaplamalı olarak sunulmaktadır.

Özel ihtiyaçlara bağlı olarak, müşteri talebine bağlı alternatif bir kaplama istenmesi mümkün olabilir.

Çizilmeyi önlemek için paslanmaz çelik borular ve özellikle Östenitik ve ferritik borular korozyon riskinden dolayı imalatçı tavsiyelerine dikkatle yatay-dikey taşınmalı ve depolanmalıdır. Ayrıca bu boru tiplerinin kullanımında hata olmaması için temin edilirken ayrı nitelikte olanlar farklı kodlarla ayrı yerlerde depolanmalıdır.

Sıkıştırma bağlantı parçaları ile yapılan montaj uygulamalarında, boru üzerinde derin ve uzunlamasına çizikler varsa, sızdırmazlık sağlanamaz.

5.2 PASLANMAZ ÇELİK BORU KULLANILAN TESİSAT TÜRLERİ

Östenitik (AISI 304,304L,316,316L) paslanmaz çelik dikişsiz boru bağlantı elamanları; dişli, kaynaklı, flanş, yüksüklü bağlantılardan biri ile uygulanabilir. Paslanmaz çelik çekme borular için ise yüksüklü bağlantı veya sıkıştırma bağlantısı küçük çaplar için yoğunlukla kullanılır. Di-elektrik bağlantı elemanları ve yalıtım bağlantı elemanları mutlaka birbirine uygun olmayan malzemeler arasında kullanılır.

Ferritik- martensitik paslanmaz çelik dikişsiz borular için ise dişli bağlantı elemanı, kaynaklı bağlantı elemanları, flanş ve dikişsiz çekme borular için ise sıkıştırma bağlantı elemanları kullanılır.

Östenitik AISI 304, 304L, 316 ve 316L ve UNS S32760 ile ferritik ve martensitik AISI410,430 ve UNSS31500;

1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.1.5 Termal Sıcak Su Tesisatı
4- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı
5- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı
6- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için
7- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
8- Kısım 2.6. Orta Sıcaklık Isıtma Sistemleri
9- Kısım 2.8. Buhar ve Kondens Tesisatı
10- Kısım 2.10 Fueloil Yakıt Tesisatı- Flanş, Kaynaklı
11- Kısım 2.11.Doğalgaz Tesisatı ilgili bölüm altında detaylı anlatılmıştır.

Paslanmaz çelik borular, yukarıda belirtilen tesisat türlerinde kısmi çaplarda ve özel tesisat türleri dâhilinde nerede ise birçok bağlantı şekli ile kullanılmaktadır. Sadece suyun niteliği ve kimyasal tahlili uygun olduğu çok dikkat ile incelendikten ve gerek imalatçı gerekse tasarım ve mal sahibi adına çalışan otoriteden onay alındıktan sonra kullanılmalıdır.

304 ve 304L Östenitik boru ve bağlantı elemanları yüksek sıcaklık gerekmeyen tesisatta kullanılırken, hijyen koşulu gerektiğinde ve gıda tesisatında 316 veya 316L borular kullanılmaktadır. Ferritik- martensitik 400 kodlu malzemeler ise yüksek sıcaklık gereken akışkanlarda daha yüksek oranda kullanılır. Bu kitapta bahsedilmeyen nikel ve nikel alaşımlı borular ise genelde medikal gaz tesisatında bakır ve paslanmaz çelik ile yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Tablo 5.1 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kullanılabileceği Ortam ve Akışkanlar

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ														
No.	**BORU MALZEMESİ**	**SERVİS**												
		A	**B1**	**B2**	**C**	**D1**	**D2**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**
2,5	PASLANMAZ ÇELİK	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ	
A	Toprak Altı, Gömülü Tesisat
B1	Toprak Üstü: Çalışma Ortam Sıcaklığı -25 Den 45 °C ve Ultraviyole Işığa Açık E
B2	Toprak Üstü: Elektrikli Isıtıcı Bant ve Termal Yalıtım ile
C	Çalışma Sıcaklığı, 80 °C ve Üzeri
D1	Çözeltiler: Polar Olmayan
D2	Çözeltiler: Polar
E1	Kimyasal: [Güçlü,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E2	Kimyasal: [Zayıf,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E3	Kimyasal [Zayıf,][ ] % Temelde
E4	Kimyasal: [Güçlü,][ ] % Temelde
E5	Kimyasal: Klor [ ]
K	Kimyasal: Paslandıran Sıvılar
E7	Kimyasal: Sülfat [ ]

Dielektrik bağlantı elemanları ve yalıtımlı bağlantı elemanları mutlaka birbirine uygun olmayan malzemeler arasında kullanılır.

5.3 DİŞLİ MONTAJ

5.3.1 Dişli Birleştirmeler

Paslanmaz çelik borular genellikle kaynaklı birleştirmeler ile montaj edilir, ancak TS 61-210 EN 10266-1'de belirtildiği gibi uygun kaliteler için dişli birleştirmeler mümkündür. Kullanılacak boruların uçları konik veya paralel (BSPT) dişli olmalıdır.

Diş çekme EN 10226'e uygun (ISO 7 Gaz dişli), harici ve paralel konik dişli* veya tercihen uygun birleştirme malzemeleri ile eşleşen iç dişleri konikleştirmek sureti ile yapılmalıdır. İç dişli koniklik kullanılıyorsa, diş açmada izin verilen toleransların aşılmamasına özen gösterilmelidir.

Uzun vidalı geri somunlu dişli bağlantılara izin verilmez.

Östenitik paslanmaz çelik dişli bağlantıları için, ASTM A182/A182M'e uygun dişleri ASME B1.20.2M göre açılmış ASME B16.11 standardında 304, 304L, 316, 316L malzemeler ile kullanılır. ASTM D3308 e uygun PE malzeme sızdırmazlık için kullanılır veya uygun nitelikte sıvı sızdırmazlık contası da kullanılabilir.

Ferritik veya martensitik paslanmaz çelik dişli bağlantılar ise ASTM A182/A182M'e uygun boru dişleri ASME B1.20.2M göre açılmış bağlantı elemanı ASME B16.11 uyumlu 430 veya 6a Sınıf 1 malzeme için ASTM D3308 uygun PE bant veya sıvı conta kullanılır.

** ISO 7 gaz dişlisi genelde yüksek basınca dayanıklı diş olarak bilinir diş koniklik açısı 1°47' diş açısı 55° ve diş adımı da 3/4" -304 mm de veya 1'' 16 çapa göre alınır.*

5.3.2 Dirsek ve Birleştirme Parçaları

Dişli dirsekler, kol ayrımları ve redüksiyonlar, BSPT konik dış ve tercihen paralel veya alternatif olarak konik iç dişler (BS 143) TS 579 ve BS 126'ya uygun, 316 paslanmaz çelikten imal edilmiş olmalıdır. Dirsek ve kol ayrımları için yarıçap standardı 1½ D olmalıdır. Kare dirsekler kullanılmaz. Özel T ve uzun yarıçaplı dirsek kullanımı genellikle gerekli değildir.

Standart olarak mevcut olmayan ve boşluk azaltıcıların kullanılmasını engelleyen boyutlar haricinde dişli rakorlar kullanılmalıdır.

Dişli rakorlar, havalandırma veya eğim gereksinimlerini kolaylaştırmak için eş merkezli veya eksantrik olmalıdır.

5.4 KAYNAKLI MONTAJ

Prefabrik paslanmaz çelik boru tesisatı borular için kaynak en iyi fabrika koşullarında gerçekleştirilir. Bu modüller normalde montajı basitleştirmek için flanş bağlantılarla donatılacaktır. Yerinde mümkün olan yerlerde paslanmaz çelik kaynak yapmaktan kaçınılmalıdır. Kaynaklı birleştirmelerin gerilme analizi ve tahribatsız muayenesi gerekecektir.

Not: Paslanmaz çelik kaynağı, krom bileşikleri dumanlarına yol açabilir ve bu nedenle başlamadan önce tüm risk, sağlık ve güvenlik konularının dikkate alınması gerekir.

5.4.1 Kaynak Presli Bağlantı Yöntemleri

Boru, tercihen sahaya teslim edildiği gibi uçları Tablo 5-2 de gösterildiği gibi kaynak için hazırlanmalıdır.

TABLO 5.2 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kaynak Ağzı

	Boru Kalınlık Sınıfı ve Ölçüsü (Nominal)	
	Orta Seri	**Ağır Seri**
Kare Kesim	≤ 40mm	≤ 20mm
35° Açılı	≥ 50mm	≥ 25mm

Paslanmaz çelik kaynağı iki ayrı temel presli bağlantı yöntemiyle uygulanır;

AW-Paslanmaz çelik elektrot (direnç) kaynağı TS EN ISO 3581'e göre.

Paslanmaz çelik gaz altı presli bağlantı yöntemleri ile aşağıdaki tiplerde uygulanır:

GTAW: Gaz Tungsten Ark Kaynağı

PAW: Plazma Ark Kaynağı

GMAW: Gaz Metal Ark Kaynağı

FCAW: Akı Özlü Ark Kaynağı

LBW: Lazer Işını Kaynağı

Paslanmaz çelik boru tesisatı üzerindeki tüm kaynaklar TS EN ISO 3581'e göre görsel olarak incelenecektir. Tahribatsız muayene, radyografi ve boya penetran muayene kullanılarak ve TS EN 806'da detaylandırılan ölçüde uygulanacaktır.

5.4.2 Kaynaklı Bağlantı Elemanları

Östenitik kaynaklı bağlantı elemanları prensip olarak ya alın kaynağı veya soket kaynağı ile yapılır. Alın kaynağı yapılan bağlantı elemanları ASTM A403/A403M'e göre Östenitik 304, 304L, 316, 316L dövme paslanmaz çelik ASME B16.9'e göre uyumlu CR sınıfı olmalıdır. Soket kaynaklı bağlantı elemanları ise ASME B16.11 uygun WP-S, WP-W, WP-WX, WP-WU sınıflarının birinde olmalıdır.

Ferritik ve Martensitik kaynaklı bağlantı elemanları da prensip olarak alın kaynaklı ve soket kaynaklı olarak ASTM A815/A815M'e uygun olarak 430, 410 malzeme sınıfı çelikler için ASME B16.9 uygun CR sınıfında alın kaynağı yapılır. Soket kaynaklı bağlantı elemanları ise ASME B16.11 uygun WP-S, WP-W, WP-WX, WP-WU sınıflarının birinde olmalıdır.

Soket Kaynak Malzemeleri

Resim 5.1 *Paslanmaz Çelik Soket Bağlantı*

Alın Kaynağı Malzemeleri

Resim 5.2 *Paslanmaz Çelik Alın Kaynak Bağlantı*

Not: Tüm bağlantı elemanlarının ilgili standarda göre kalite kontrol sınıflarıdır. Aşağıdaki işaretler, yapılan kaynak kontrolünün içeriğini tanımlar;

WP-S - dikişsiz bağlantı ekipman imalatı
WP-W - kaynaklı fiting imalatı ve sonrasında röntgen kontrolü yapılmış
WP-WX - kaynaklı fiting imalatı sonrasında tüm kaynaklar röntgen kontrollü
WP-WU - kaynaklı fiting imalatı sonrasında tüm kaynaklar ultrason ile kontrol edilmiş

Çekme (Bükme) Dirsekler

Dış çapı 50 mm ve daha küçük boyutlar için alan ve görünümün izin verdiği yerde çekilmiş dirsekler kullanılabilir. Standart kalıplar ve bükme makineleri kullanılırsa bunlar soğuk olarak bükülebilir.

Montajdan önce, düz veya soğuk çekme tüm borular TS EN 806'da belirtilen ısıl işlem görmüş durumda olmalıdır. Boru dış çapının 3,5 katı veya daha büyük bir yarıçapa soğuk büküldüğünde ve daha önce ısıtılmışsa, yeniden ısıtma gerekmez. Bükülmeden önce belirtilen koşulda işlemden geçirilir.

Standart Dirsekler

Standart dirsekler için boru çapı 65 mm ve üstü çaplar ile çap 155 mm ye kadar ve 50 mm altı için kullanılabilen, çekme dirseklerin yerleştirilemediği yerlerde, uzun yarıçaplı dirsekler, merkez hattı yarıçapı 1½D olarak kullanılmalıdır.

Daha önce müşteri ile kararlaştırılmadıkça, kısa yarıçaplı dirsekler (yarıçap 1D) kullanılmamalıdır.

Bağlantı parçaları boru ile aynı kalite ve ağırlıkta olmalıdır. Bağlantı elemanlarının duvar kalınlığı, HVCA TR / 5 uygulama kuralında belirtilen toleranslar dâhilinde olması koşuluyla borudan biraz daha büyük olabilir.

Çekilen dirseklerin yerleştirilemediği 15 ila 20 mm çaplar için dişli dirsekler kullanılmalıdır.

Kesme ucu kapalı veya bölümlenmiş dirsekler, yukarıda belirtilen bağlantı parçalarının geçerli olduğu veya uygulanamadığı kaçınılmaz durumlar dışında kullanılmayacaktır.

Redüksiyonlar

Alternatif olarak, iki boru ebadını aşmayan küçültmeler için daha büyük boru aşağı doğru kıvrılabilir. Boru eksenleri dirseklerde olduğu gibi eşleştirilecektir. Redüksiyonlar, havalandırma veya tahliye gereksinimlerine uyacak şekilde uygun yönlendirmeye sahip eş merkezli veya eksantrik olmalıdır.

Açık Boru Ağızlarını Kapatma

15 mm ve çaplar kaynak başlığı ile kapatılabilir.

20 mm ila 50 mm dış çaplarında 6 mm kalınlığında bir diskle kaynak yapılarak veya flanş ile boş uçlar kapatılabilir. 0,35 MPa basıncı aşan çalışma basınçları için disk kullanılmamalıdır. 65 mm veya daha büyük çaplar için flanş kullanılmalıdır.

5.5 SIKIŞTIRMALI BAĞLANTI ELEMANI

5.5.1 Sıkıştırma Metodu

Sıkıştırmalı birleştirmeler kaynak işlemi işleminin olumsuz etkilerini (Boru iç yüzeyinin bozulması ve hijyen şartlarının azalması vb.) yok etmek için ve küçük çaplı uygulamalar (22 mm ve daha küçük çaplar) için tercih edilir. Montaj kuvvetlerini azaltmak ve daha güvenilir bir bağlantı sağlamak için 22 mm dış çapın üzerindeki boyutlar için, dişli borular ve sıvı conta kullanımı önerilir.

Sıkıştırma aleti SAE 72 veya 88 standartlarına uygun kafa küre kılıfı preslenmiş 304 ve UL onaylı ve 38°C 1380 kPa asgari basınç üretecek nitelikte olmalıdır.

Genelde Östenitik, ferritik ve martensitik bağlantı elemanları ASTM A479/A479M standartlarından birine uygun 316 yüksük, gövde ve somunu paslanmaz çelikten, dişleri ISO 228-1 veya ASME B1.1'e olmak zorundadır.

5.5.2 Sıkıştırma Bağlantı Parçaları

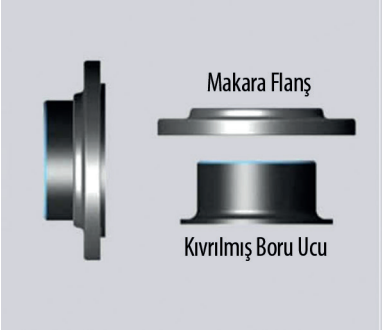
35 mm'ye kadar çaplardaki sıkıştırma bağlantı parçaları TS EN 1254-1'e veya ASTM B124/B124M uygun preslenmiş pirinç alaşımı C37700 olmalıdır. Tüm bağlantı parçaları imalatçının talimatlarına uygun olarak monte edilmelidir. Tamamlanmış birleştirmelerinin sızdırmazlık seviyesinin tavsiyeler ile uyumlu olmasını sağlamak için özel özen gösterilecektir.

Mümkün olan yerlerde iç redüksiyon (içten daralan) kullanımından kaçınılmalıdır.

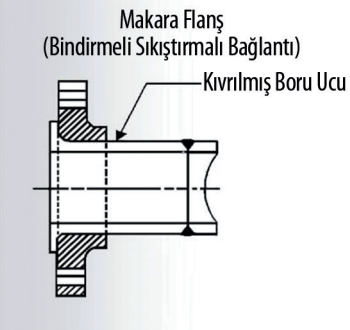
EN 1057 Bölüm 1 Tablo X tip bakır borudan başka bir tip boruya bağlamak için sıkıştırma bağlantı parçalarının kullanılması uygun bir boru astarının kullanılmasını gerektirebilir

5.6 FLANŞLI MONTAJ

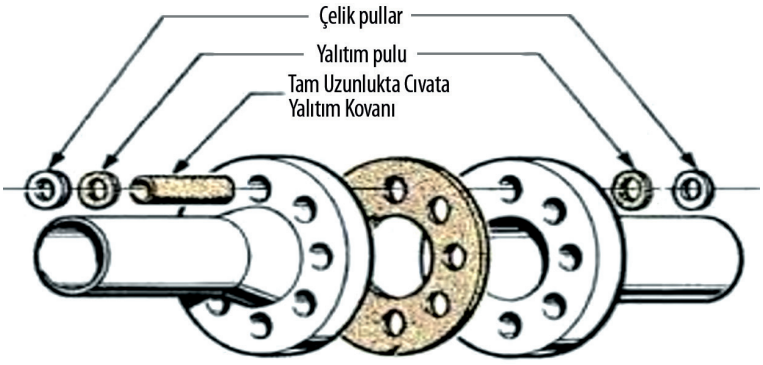
Flanş kullanım amacı boruların bir bölümünün erişim veya test amacıyla sökülmesi gerektiğinde veya çeşitli ekipman, vana, boru malzemesi değiştiğinde toprak altı giriş ve çıkışlarda boruları izole etmek veya körlemek için flanş bağlantılar yapılır. Tiplerine göre flanş kaynak boyunlu, slip-on, soket kaynaklı, Kayar flanş (üst-üste Lap joint) konan veya dişli olarak kullanılır.



Resim 5.3 *Paslanmaz Çelik Kayar Flanş*



Resim 5.4 *Paslanmaz Çelik Kayar Flanş*



Resim 5.5 *Paslanmaz Çelik İzolasyon Flanş Bağlantısı*

Flanş ve flanş bağlantı elemanlarının delik iç çapı, kullanıldıkları boru iç çapı ile doğru örtüşmelidir. Sistemin test basıncı ve çalışma sıcaklığı için doğru tip flanş kalınlığı ve contalar kullanılmalıdır. Ayrıca Flanş bağlantıların montajında kullanılan cıvataların ve ilgili tip somun ve rondelaların çapına ve uzunluğuna özellikle dikkat edilmelidir. Kullanılan paslanmaz çelik malzeme östenitik veya ferritik martensitik olmasına bağlı olarak aşağıda belirtilen standart ve özelliklerde temin edilerek kullanılır.

Kaynaklı bağlantılarda vidalı flanş kaynak yapılarak kullanılmamalıdır.

Flanş contaları faturalı veya faturasız olması durumuna göre karşılıklı flanşlar arasında kullanılacaktır. Östenitik dövme paslanmaz çelikler ASTM A182/A182M'e göre AISI304, 304L, 316, 316L basınç sınıflarına göre 150, 300, ASME B16.5'e göre delikleri delinmiş, 1.6 mm faturalı veya faturasız kullanılır.

ASTM A351/A351M'e göre döküm östenitik paslanmaz çelik karşı flanş döner tip (Van Stone type) ASME B16.5 veya ASME B16.1 standardında basınç sınıfı 150'e göre delikleri delinmiş olarak kullanılır.

Eğer vana veya ekipmanların üzerindeki karşı flanş demir döküm ise cıvatalar ASTM A193/A193M'e göre B8 Sınıf 1 ve ağır altıgen başlı somunlar ASTM A194/A194M'e göre 8 serisi olmak zorundadır.

Mevcut flanş ile bağlantı işlem yapılıyor ise, mevcut flanş standartlara göre delik konfigürasyonu kontrol edilir. Uygunsuzluk varsa mutlaka boru cinsi ve standart karşı flanş tam uygunluğu kontrol edilerek işlem yapılır. Flanş

için seçilen cıvata ASTM A193/A193M'e uygun ve B8 veya B8C alaşımlı çelik ve ASTM A194/A194M'e uygun 8 veya 8C alaşımlı çelikten altıgen başlı somun kullanılır.

Conta olarak ASME B16.5'e uygun nitelikte metalik olmayan contalar ASME B16.21'e uygun maksimum 3 mm kalınlıkta kloropren lastik, No:80 sertlikte ve 10,34 MPa çekme basıncında %125 uzama katsayısı ile düz faturalı ve faturasız flanş veya ASME B16.20'e uygun metalik contalar kullanılır.

Flanş contaları faturalı veya faturasız olması durumuna göre karşılıklı flanş arasında kullanılacaktır. Ferritik ve martensitik dövme paslanmaz çelikler ASTM A182/A182M'e göre 430 veya 6a Sınıf 1, basınç sınıflarına göre 150, 300, ASME B16.5'e göre delikleri delinmiş ve 1.6 mm faturalı veya faturasız kullanılır.

ASTM A352/A352M'e göre döküm ferritik ve martensitik paslanmaz çelik karşı flanş döner tip (Van Stone type) ASME B16.5 veya ASME B16.1 standardında basınç sınıfı 150'e göre delikleri delinmiş olarak kullanılır.

Eğer vana veya ekipmanların üzerindeki karşı flanş demir döküm ise cıvatalar ASTM A193/A193M'e göre B8 Sınıf 1 ve ağır altıgen başlı somunlar ASTM A194/A194M' e göre 8 serisi olmak zorundadır.

Mevcut flanş ile bağlantılı işlem yapılıyor ise, mevcut flanş standartlara göre delik konfigürasyonu kontrol edilerek uygunsuzluk var ise mutlaka boru cinsi ve standart karşı flanş tam uygunluğu kontrol edilerek işlem yapılır. Flanş için seçilen cıvata ASTM A193/A193M'e uygun ve L7veya L7A alaşımlı çelik ve ASTM A194/A194M'e uygun 8 veya 8C alaşımlı çelikten altıgen başlı somun kullanılır.

Conta olarak ASME B16.5'e uygun nitelikte metalik olmayan contalar ya ASME B16.21'e uygun maksimum 3 mm kalınlıkta kloropren lastik No80 sertlikte,10,34 MPa çekme basıncında %125 uzama katsayısı ile düz YÜZEYLİ OLARAK faturalı ve faturasız flanş arasında kullanılır veya faturalı ve faturasız flanşlar arasında ASME B16.20'e uygun metalik contalar kullanılır.

Conta boru iç ölçüsüne taşmamalıdır. Asbestli contalar kullanılmamalıdır.

Somunun altındaki bir rondela ile sıkıca çekildiğinde flanş bağlantıların cıvataları ve somunları, ünitenin ötesinde iki dişten veya 3 mm dişten az olmamalıdır.

Flanş TS EN 1092-1 olmalı ve kaynak yapıldıkları boru hattı ile aynı tipte malzemeden olmalıdır.

Resim 5.6 *Paslanmaz Çelik Flanş Bağlantı Elemanları*

5.7 YÜKSÜKLÜ BAĞLANTI MONTAJI

5.7.1 Yüksüklü Montaj Presli Bağlantı Yöntemi

İtme geçirmeler lehim, macun veya diş açma işlemini gerektirmez. Birleştirmeler gereç olmadan yapılabilir. Birleştirme için herhangi bir ısı gerekmez. Ayrıca kolayca çıkarılma avantajına sahiptirler. Ayırmak için özel el aleti gerekmektedir. Yüksük parçası sıkılırken kırıldıktan sonra tekrar kullanılamaz ve rakoru değiştirmek gerekir.

Bu ürünlerin çalışma sıcaklık ve basınç aralıklarına göre kullanılması için özen gösterilmeli ve Üreticinin verdiği ayrıntılara bakınız.

Resim 5.7 *Paslanmaz Çelik Yüksüklü Bağlantı Parçaları*

5.7.2 Yüksüklü Bağlantı Parçaları

Çoğu bağlantı parçası küçük delikli ve mikro delikli sistemlerde kullanım için uygundur ve onaylanmıştır. Sıcaklık ve basınç aralığı için üreticiden onay alınmalıdır.

Sadece östenitik soğuk çekme P304, 304L, 316, 316L paslanmaz çelik malzemelere izin verilir. O-ring sızdırmazlık contası olarak Butadin akrilonitril, EPDM (etilen propilen diene monomer) veya fluoro elastomerik malzemeler kullanılabilir.

5.8 BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI

Standart veya özel yapılmış olsun, BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI boruya ve uygulama açısından tespit edildikleri yapıya uyumlu ve malzeme açısından uygun olacaktır.

Yumuşak çelik borular için sağlanan destek ve sabitlemeler hakkında genel bilgilere bakınız. Paslanmaz çeliğin malzeme özelliği, yumuşak çelikten önemli ölçüde farklıdır. Genleşme ve büzülmeye bağlı sabitlemeler üzerindeki hareket ve indüklenen yükler daha büyük olacaktır.

5.9 BORULARDA ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Boru hattının genişlemesine yönelik alınacak tedbirler, boru hattı gerilmelerini sınırlamak, boruların hareketini kontrol etmek, ekipmana ve binaya uygulanan kuvvetlerin aşırı olmamasını sağlamak için yeterli olacaktır.

Detaylı hesap yöntemleri için EK-1 Tesisat Boru Tasarım kısmına bakınız

5.9.1 Doğal Esneklik

Boru hattı genleşme gerilmelerini kontrol etmek için esneklik, tercihen yön değişiklikleri veya fabrikasyon boru parçaları ile sağlanmalıdır.

Mümkün olan yerlerde genleşme döngüleri tek parça halinde olmalıdır. Bükülmelerdeki borunun toplam uzun-

luğu bunu engelleyecek şekilde ise merkeze mümkün olduğunca yakın olan uzun kollarda eklemler yapılmalıdır. Dirseklerin dönüş noktasında veya kısa kol ayrımında hiçbir eklem yapılmayacaktır.

Detaylı hesap yöntemleri için EK 1 Tesisat Boru Tasarım kısmına bakınız

5.9.2 Genleşme Parçaları

Genleşme parçaları yalnızca doğal boru hattı esnekliğinin mümkün olmadığı durumlarda ve tedarikçinin talimatlarına tam olarak uygun şekilde kullanılmalı ve kurulmalıdır. Bu talimatlar, bina yapısı tarafından uygulanacak yükler hakkında bilgi de dâhil olmak üzere gerekli kılavuzların ve ankrajların tasarımını ve kurulumlarını kapsamalıdır.

5.9.3 Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar)

Genleşme düzenlemelerinden kaynaklanan maksimum yükleri taşıyabilen sert yumuşak çelik boru ankrajları sağlanacaktır. Ankrajların ve kılavuzların yapıya veya diğer tabana bağlanmasıyla yüklenen yüklerin yeri için bina yapımcısı ile anlaşma sağlanacaktır.

5.9.4 Soğuk Çekme

Çelik boruların soğuktan büzülmesi, montaj sırasında uygun geçici ara parçalar kullanılarak önlenebilir. Genleşme düzenlemeleri tasarımının gerektirdiği şekilde boru tesisatı montajı sırasında yapılacaktır.

KISIM 6. ALÜMİNYUM BORU DEVRE ELEMANLARI ve MONTAJI

Gelişen sanayi, teknoloji ve ihtiyaç ile boru çeşidi ve kullanım alanları ciddi oranda artış göstermiştir. Endüstride basınçlı hava, vakum, azot, helyum, argon ve endüstriyel yağ üretim ile uçak yakıtı üretimi gibi işletmelerin ihtiyaç duyduğu sistemlerde alüminyum ve alüminyum alaşımlı borular giderek artan seviyede kullanılmaktadır.

Alüminyum borular özellikle boru içerisinde sürtünme kayıplarının düşüklüğü, uzun çalışma ömrü, paslanmaması, düşük basınçlı (0,7 MPa), düşük sıcaklık (80 °C) dayanımı ve elektron yapısından dolayı iyi bir iletken olması ve mıknatıslanmama özelliği ile öne çıktığı durumlarda kullanılması tercih edilmektedir. Dişli montajın sınırlı olması ve bağlantı elemanlarının yerli üretiminin geniş yelpazede olmamasından dolayı Türkiye'de sadece özel konular dışında kullanılmamaktadır.

6.1. BORU TESİSATI MALZEMELERİ

Çalışma basıncına, sıcaklığa, boru boyutuna, birleştirme presli bağlantı yöntemine ve servis tipine uygun boru tipinin ve kalitesinin kullanılması önemlidir.

İzin verilen maksimum tasarım basıncı, sıcaklıklar ve borular için gerilmeler Ek-1'de verilen hesap değerleri içerisinde belirtilen sınırlar içinde olmalıdır.

6.1.1. Boru Sertlik Dereceleri ve Tipler

Alüminyum ve alüminyum alaşımlı borular, dikişsiz ve AA ANSI H35.2M standart ölçülerde 6061, 5052, 3003, 1060 alaşımları yumuşatılmış (temper) 5S, 10S, 40S, 80S et kalınlıklarında ASTM B241/B241M uygun olarak üretilir. ASME B1.20.2M ASME B1.20.1'ye göre dişli boru ucu veya standard uçlu veya ASTM B345/B345M standart ölçülerinde ve ASME B1.20.2 MASME B1.20.1 ASME B1.20.2M standartlarına göre dişli, yivli, kaynak ağızlı ve standart uçlu borulardır.

Alüminyum ve alüminyum alaşımlı çekme borular dikişsiz ve ASTM B210/B210M standart ölçülerde 6061 veya yumuşatılmış T6 (temper) nominal boru çap ve ölçülerinde boru et kalınlıkları tablosuna göre üretilir.

Resim 6.1 *Alüminyum Boru*

Resim 6.2 *Alüminyum Boru Kelepçeli Bağlantı*

6.1.2. Kaplama

Alüminyum borular genel olarak kullanıldığı yerlere bağlı olarak çıplak, boyalı veya boru dışı plastik kaplamalı olarak sunulmaktadır.

Özel ihtiyaçlara bağlı olarak müşteri talebine göre alternatif bir kaplama istenmesi durumunda da temin edilebilir.

Borular imalatçı tavsiyelerine uygun olarak dikkatle yatay veya dikey taşınmalı ve depolanmalıdır. Ayrıca bu boru tiplerinin kullanımında hata olmaması için temin edilirken ve kullanılırken ayrı nitelikte malzemeli olan borular

ile eşleşmesi gereken veya birbirinden farklı nitelikte gazlar için kullanılacak bağlantı şekli ve boru kaplaması konusuna temin sırasında özel dikkat gösterip farklı kod ve yerlerde depolanmalıdır.

6.2. ALÜMİNYUM BORU BAĞLANTI METOTLARI

Genel olarak alüminyum ve alaşımlı borular kaynaklı, mekanik kaplinli (yivli) veya dişli bağlantılar ile birleştirilir. Sadece cihaz bağlantıları ve sıklıkla sökülüp takılması gereken yerlerde flanş bağlantılar kullanılır.

Dielektrik bağlantı elemanları veya yalıtım bağlantı elemanları veya contalar farklı malzemeler arasında kullanılmalıdır.

6.3. ALÜMİNYUM BORU KULLANILAN TESİSAT TÜRLERİ

Alüminyum ve alüminyum alaşımlı dikişsiz boru ve bağlantı elemanları, dişli bağlantı, kaynaklı bağlantı, kayar flanş veya sıkıştırma bağlantısı ile ağırlıklı basınçlı hava, çeşitli basınçlı gaz, medikal boru ve hidrolik yağ tesisatında yoğunluklu kullanılır.

Alüminyum / alaşımlı borular, dikişsiz 6061, 5052, 3003, 1060 alaşımları yumuşatılmış

Alüminyum / alüminyum alaşımlı çekme borular dikişsiz 6061 veya yumuşatılmış T6

Kısım 2.9 Basınçlı hava ve vakum tesisatı

Kısım 2.10 fueloil yakıt tesisatı- flanş, kaynaklı

Alüminyum kaynak metotları:

- TIG (Tungsten Inert Gas Welding) Kaynağı
- MIG (Metal Inert Gas Welding) Kaynağı
- Lazer Işını/Elektron Işını Kaynağı
- Direnç Kaynağı

Ayrıca bu kitapta bahsedilmeyen azot, helyum, argon gibi gaz tesisatında ve özellikle uçak yakıtları için uçak ile tüm bağlantılar dişli veya mekanik kaplinli (yivli) olarak kullanılır.

TABLO 6.1 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kullanılabileceği Ortam ve Akışkanlar

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ														
No.	BORU MALZEMESİ	SERVİS												
		A	B1	B2	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
2,7	Alüminyum	√	√		√	√	√		√	√		√	√	

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ	
A	Toprak Altı, Gömülü Tesisat
B1	Toprak Üstü: Çalışma Ortam Sıcaklığı -25 Den 45 °C ve Ultraviyole Işığa Açık
B2	Toprak Üstü: Elektrikli Isıtıcı Bant ve Termal Yalıtım ile
C	Çalışma Sıcaklığı, 80 °C ve Üzeri
D1	Çözeltiler: Polar Olmayan
D2	Çözeltiler: Polar
E1	Kimyasal: [Güçlü,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asitler
E2	Kimyasal: [Zayıf,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E3	Kimyasal [Zayıf,][ ] % Temel De
E4	Kimyasal: [Güçlü,][ ] % Temelde
E5	Kimyasal: Klor [ ]
K	Kimyasal: Paslandıran Sıvılar
E7	Kimyasal: Sülfat [ ]

Dielektrik bağlantı elemanları ve yalıtım bağlantı elemanları mutlaka birbirine uygun olmayan malzemeler arasında kullanılır.

6.4. ALÜMİNYUM BORU BAĞLANTI ELEMANLARI

Alüminyum bağlantı elemanları 45 ve 90 °C dirsekler, 180 °C U parçaları ile tapa, kapak, Te parçası ve redüksiyonlu Te parçaları, kayar flanş uçlu ve diğer parçalar ise ASME B16.9, ASME B16.11 standartlarına uygun alın kaynağı yapılır.

WP1060, WP3003, WP Alclad 3003, WP6061 veya WP6063 malzemeler ile bağlantı elemanları yapılabilir.

6.5. DİŞLİ MONTAJ

6.5.1. Dişli Birleştirmeler

Alüminyum ve alaşımlı alüminyum borularda kullanılan dişli bağlantı elemanlar ASTM B247M ASTM B247 ve ASME B16.11'e uygun dövme alüminyum alaşımı 3003, 6061, yumuşatılmış (Temperlenmiş) olmalıdır. Bağlantı elemanlarının dişleri ise ASME B1.20.2M ASME B1.20.1 standardını sağlamalıdır.

Boru dişleri üzerine sızdırmazlık için ASTM D3308'e uygun PTFE bant veya sıvı conta kullanılır.

6.5.2. Dirsek ve Birleştirme Parçaları

Dişli dirsekler, kol ayrımları ve redüksiyonlar, konik dış ve tercihen paralel veya alternatif olarak konik, iç dişler TS 579 ve BS 126'ya uygun, alüminyumdan imal edilmiş olmalıdır. Dirsek ve kol ayrımları için yarıçap standardı 1½ D olmalıdır. Kare dirsekler kullanılmaz. Özel T ve uzun yarıçaplı dirsek kullanımı genellikle gerekli değildir.

Standart olarak mevcut olmayan ve boşluk azaltıcıların kullanılmasını engelleyen boyutlar haricinde dişli rakorlar kullanılmalıdır.

Dişli rakorlar, hava cepleri oluşmasını engellemek veya hava tahliyesi gereksinimlerini kolaylaştırmak için eş merkezli veya eksantrik olmalıdır.

Resim 6.3 *Hortum İçin Alüminyum Kam-Lok parçalar*

6.6. KAYNAKLI MONTAJ

Alüminyum ve alaşımlı alüminyum boruların kaynak işlemleri paslanmaz çeliklerde olduğu gibi diğer metallerden farklı bir prosedür gerektirir. Alüminyum boru tesisatı için kaynak en iyi fabrika koşullarında gerçekleştirilir. Bu işlemi normalde montajı basitleştirmek için flanş bağlantılarla yapmak, montaj yerinde kaynaklı imalattan

mümkün ise kaçınılmalıdır. Kaynaklı birleştirmelerin gerilme analizi ve tahribatsız muayenesi gerekecektir.

Not: Kapalı alanlarda (yeraltı 1,4 metre ve altı kanallar içerisinde veya hava sirkülasyonu olmayan hacimler) kaynak esnasında kullanılan gazlar ve dumanları nedenleri ile işleme başlamadan önce tüm risk ve sağlık ve güvenlik konularının dikkate alınması gerekir.

Yukarıda bahsedildiği gibi, kaynak üzerinde ve iç tarafta gerek ani soğuması gerekse hava ile direkt temasından kaçınmak için çeşitli gaz perdeleri oluşturularak imalat yapmak gerekir. Ayrıca kök kaynağı ve dolgu kaynak işlemleri diğer metallerden farklıdır. Aynı zamanda çok değişik niteliklerde alaşımlarda kullanılır ve en önemli nokta bu malzemelerin de kaynaklarında kullanılan dolgu teli malzemelerinin seçimi ayrıcalıkla planlanmalıdır. Örnek olarak: 6061 tip alüminyum alaşımı kaynak sırasında hızla sertleşir ve çatlaklar oluşur. Kaynak bölgesinde eğer kaynak dolgu teli de 6061 alüminyum alaşımı ise, kaynak sağlıklı yapılamaz.

El ile kaynak telini düzgün beslemek mümkün değildir. Dolayısıyla ayrı bir otomatik kaynak besleme mekanizması ile kaynak işlemi yapılmalıdır.

Alüminyum ve alaşımlı borularda ısı transferi katsayısı çok yüksek olduğu için herhangi bir duraksama ve işlemde aksama olduğunda kaynak bölgesi hızla soğur ve tekrar soğuk kaynak başlangıç noktasına geri dönülür.

Kök ve dolgu kaynakları için de geçerli olmak üzere kaynak sırasında eriyen malzeme üzerinde oksitlenme olur. Bu işlem sırasında mutlaka fırça ile veya kimyasal sıvı ile oksitlenen alan temizlenmek zorundadır. Örnek: 6061-T6 gibi alüminyum alaşımları imalat tekniği ile yaşlandırılır. Bu da malzemenin sertliğini artırır, tekrar ısıtıldığında bu sertlik avantajı kaybolur ve kaynak bölgesinde zayıf noktaları dolgu kaynağında tekrar aynı yaşlanma ve sonucu sertlik seviyesine taşımak için filler malzemesi de değişmek zorundadır.

6.6.1. Kaynak Presli Bağlantı Yöntemleri

Boru, tercihen sahaya teslim edildiği gibi, uçları aşağıdaki tablolardaki ölçülerde gösterildiği gibi kaynak için hazırlanmalıdır.

TABLO 6.2 Alüminyum Boru Kaynak Bağlantı için Kaynak Ağzı

Kare-Kaynak Boşluğu

Nominal Plaka Kalınlığı	Boşluk	Kaynak Teli Çap	Amp	Volts	Tel Hızı	Kaynak Hızı	Kaynak Teli Tüketimi
mm	mm	mm			m/min	cm/min	kg/m
2	0	0,8	80	18-21	11,7	102	0,01
3	0-0.5	0,9	130	19-22	12,2	102	0,01
4	0-1	1,0	160	20-23	11,4	102	0,02

TABLO 6.3 Alüminyum Boru Kaynaklı Bağlantı için Kaynak Ağzı

Tek V-Kaynak Açıklık **(Tipik kaynak açısı = 60°)**

Nominal Plaka Kalınlığı	Boşluk	Kaynak Teli Çap	Amp	Volts	Tel Hızı	Kaynak Hızı	Tel Tüketimi
mm	mm	mm			m/min	cm/min	kg/m
5	0	0,9	175	19-23	19,1	102	0,04
6	0	1,2	195	20-24	10,9	102	0,07
8	0	1,2	220	21-25	11,8	89	0,11
10	0-1	1,6	240	22-26	8,1	89	0,15
12	0-1	1,6	275	23-27	9,7	76	0,27
19	0-2	1,8	290	24-28	8,5	61	0,61
25	0-2	2,4	330	26-32	4,6	46	1,09

TABLO 6.4 Alüminyum Boru Kaynaklı bağlantı için Köşe Kaynağı

Yatay Köşe Kaynağı

Nominal Plaka Kalınlığı	Boşluk	Kaynak Teli Çap	Amp	Volts	Tel Hızı	Kaynak Hızı	Tel Tüketimi
mm	mm	mm			m/min	cm/min	kg/m
2	N/A	0,8	100	19-21	12,7	78	0,01
3	N/A	0,9	140	19-21	14,7	78	0,01
4	N/A	1,0	150	20-22	10,8	51	0,02
4	N/A	1,2	180	20-22	10,4	64	0,02
5	N/A	1,2	190	21-23	10,8	56	0,03
5	N/A	1,6	220	21-23	7,2	66	0,03
6	N/A	1,2	210	22-24	12,2	51	0,06
6	N/A	1,6	230	22-25	7,6	64	0,06
8	N/A	1,6	230	23-26	7,6	51	0,09
10	N/A	1,6	240	23-26	8,3	46	0,13
12	N/A	1,8	280	24-28	8,5	61	0,24

Alüminyum ark kaynağı EN ISO 15614 Part 2 'ye göre veya kaynak işlemleri ise AWS A5.3/A5.3M ve AWS A5.10/A5.10M standardı sağlayacak, alüminyum ve alaşımları için füzyon kaynağı kaynakçı belgesi EN ISO 9606 Part 2 {EN287 Part 2 yerine geçti}'ye göre yapılacaktır.

Alüminyum boru tesisatı üzerindeki tüm kaynaklar görsel ve UT (ultrasonik) muayene metotları ile incelenecektir. Kaynakçı sertifikasyonu da yeni EN ISO 9606 Kısım 2'ye göre olacaktır. Detaylı bilgi hem kaynak hem de kaynakçı sertifikaları EK-3 ve NDT metotları Ek-4'te bulunur.

TIG kaynağı: Alüminyum ve alaşımları için en uygun presli bağlantı yöntemidir. Dışarıdan tel beslemesi olmadığı gibi, kaynağın dış hava ile temas riskleri de yoktur ve çapaksız temiz bir kaynak işlemidir.

MIG Kaynağı: Alüminyum ve alaşımları için riskli bir presli bağlantı yöntemidir. Kaynak sırasında hızla çapak oluşumu ve mekanik dolgu teli beslemesi de zordur. Otomatik olarak besleme mekanizması kaynak işleminin hızlı ilerlemesini gerektirir. Besleme mekanizması tel için çekme-itme (pull-push gun) tipinde olmalı veya makara (spool gun) mekanizması tipinde olmalıdır. Ayrıca örtücü inert gazların seçimi özel dikkat gerektirir. Örnek: %100 CO_2 veya %75 argon ve %25 CO_2 gaz altı işlemleri çelikler için mükemmel sonuç verse de alüminyum ve alaşımlarında CO_2 gazı reaksiyona neden olur, işe yaramaz.

MIG kaynağı ile işlem için boru imalatçılarından tavsiye alarak gaz seçimi yapılmalıdır.

Lazer Işını ve Elektron Işını Kaynağı: Alüminyum ve alaşımları için lazer ışını ve elektron kaynak metodu presli bağlantı yöntemi olarak uygulandığında çok yüksek enerji kaynak bölgesi üzerinde oluşması sebebi ile soğuk başlama veya kaynakçının çok deneyimli olmaması gibi olumsuzluklar ortadan kalkar. Kaynak sırasında hızlı çapak oluşumu ve mekanik dolgu teli beslemesi zordur. Otomatik olarak besleme mekanizması kaynak işleminin hızlı ilerlemesini gerektirir. Fakat bunlar en uygun presli bağlantı yöntemleri değildir. Örnek: Lazer ile kaynak yaparken malzemenin ışık yansıtma değerinin çok doğru olarak bilinmesi gerekir.

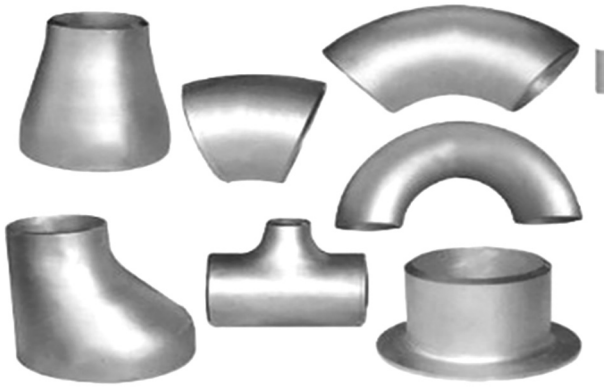
Direnç Kaynağı: Alüminyum ve alaşımları için bu kaynak presli bağlantı yöntemi, elektrik ve ısı iletkenliği açısından kaynak için doğru parametrelerin bulunmasından sonra doğru yapılması mümkündür ve sahada uygulaması da zordur.

6.6.2. Kaynaklı Bağlantı Elemanları

Alüminyum ve alaşımları için kaynaklı bağlantı elemanları ya bindirme kaynaklı ya da soket kaynaklı ve ASTM B361'e göre WP6063 alüminyum alaşımlı olarak fabrika üretimi olmalıdır.

Ayrıca bindirme kaynaklı bağlantı elemanları ASME B16.9'e göre soket kaynaklı bağlantı elemanları da ASME B16.11 uygun olmalıdır.

Kaynak işlemleri ise AWS A5.3/A5.3M ve AWS A5.10/A5.10M standartlarını karşılamalıdır.



Resim 6.4 *Alüminyum Boru Kaynaklı Bağlantı Elemanları*

Standart Dirsekler

Standart dirsekler için boru çapı 65 mm ve üstü çaplar ile çap 155 mm'ye kadar ve 50 mm altı için kullanılabilen, çekme dirseklerin yerleştirilemediği yerlerde, uzun yarıçaplı dirsekler, merkez hattı yarıçapı 1½D kullanılmalıdır.

Daha önce müşteri ile kararlaştırılmadıkça kısa yarıçaplı dirsekler (yarıçap 1D) kullanılmamalıdır.

Bağlantı parçaları, boru ile aynı kalite ve ağırlıkta olmalıdır. Bağlantı elemanlarının duvar kalınlığı, HVCA TR / 5 uygulama kuralında belirtilen toleranslar dâhilinde olması koşuluyla borudan biraz daha büyük olabilir.

Kesme ucu kapalı veya bölümlenmiş dirsekler, yukarıda belirtilen bağlantı parçalarının geçerli olduğu veya uygulanamadığı kaçınılmaz durumlar dışında kullanılmayacaktır.

Kol Ayrımı (Branşman TE)

Kol Ayrımları takviye plakası üzerinde veldolet, sokolet yapılarak büyük çaplı ana boruya küçük çaplı boru kaynaklanabilir. Birbirine eşit çaplı etli borularda ise kaynaklı takviyelere izin verilmesine rağmen hiçbir bağlantı parçası gerek duyulmadan iki boru birbirine alıştırıldıktan sonra köşe kaynağı yapılabilir. Kaynak aralık ve takviye plakası ile ilgili HVCA TR / 5 Uygulama Kuralları'na dikkat edilir.

Redüksiyonlar

Redüksiyon parçaları kullanılabilir. Alternatif olarak iki boru ebadını aşmayan küçültmeler için daha büyük boru aşağı doğru kıvrılabilir. Boru eksenleri dirseklerde olduğu gibi eşleştirilecektir. Redüksiyonlar, havalandırma veya tahliye gereksinimlerine uyacak şekilde uygun yönlendirmeye sahip eş merkezli veya eksantrik olmalıdır.

Açık Boru Ağızları

15 mm ve altındaki ebatlar kaynak başlığı ile kapatılabilir. Boru çapı 20 mm ila 50 mm borulara, 6 mm kalınlığında bir disk kaynak yapılarak veya flanş ile boş uçlar kapatılabilir. 0,35 MPa basıncı aşan çalışma basınçları için disk kullanılmamalıdır. Çap 65 mm veya daha büyük ölçüler için flanş kullanılmalıdır.

6.7. SIKIŞTIRMA BAĞLANTI ELEMANI VE MONTAJ CİHAZI

6.7.1. Sıkıştırma Metodu

Özellikle basınçlı hava hatları için sıkıştırma bağlantı metodu (push-to-connect) alüminyum boru sistemlerinde yoğunlukla tercih edilmektedir. Alüminyum hafiftir, Sch 40 veya 80 boru ile karşılaştırıldığında kullanımı kolay hale gelir ve temiz hava uygulamaları için tavsiye edilir. Basınçlı hava üretiminin yüksek maliyeti göz önüne alındığında, sistemin ömrü boyunca sızıntıları ortadan kaldırarak enerji tasarrufu sağlaması, basınçlı hava alüminyum boru sıkıştırma tekniği ile kullanımının önemli bir yararıdır. Bu tip boruların kurulumu için nitelikli işçilik gerekmez.

6.7.2. Sıkıştırma Bağlantı Parçaları

Sıkıştırmalı bağlantı elemanları ASTM B211/B211M'e göre alüminyum alaşımı 2024 veya yumuşatılmış T4 veya T6 (temper), somun yüksük, gövde imalat sınıfı en az 2760 kPa olmalıdır. Dişli kısım ise ISO 228-1veya ASME B1.1 standartlarını sağlayacak şekilde düz tip olacaktır. Tüm bağlantı parçaları imalatçının talimatlarına uygun olarak monte edilmelidir. Tamamlanmış birleştirmelerin sızdırmazlık seviyesinin tavsiyeler ile uyumlu olmasını sağlamak için özel özen gösterilecektir.

Resim 6.5 *Alüminyum Boru Sıkıştırmalı (İtmeli) Bağlantı Elemanları*

Sıkıştırılmış parça montajlarında dikkat edilmesi gereken önemli nokta, Aşağıda 6.10 no'lu bölümde belirtilen uzama/kısalma durumları için gerekli tizlikle önlemlerin alınması çok önemlidir. Aksi takdirde bağlantı elemanlarından çıkması ve çeşitli deformasyonlara neden olacaktır.

6.8. FLANŞLI MONTAJ

Flanş bağlantılar, boruların bir bölümünün erişim veya kesit test amacıyla sökülmesi gerektiğinde veya çeşitli ekipman, vana, boru malzeme değiştiğinde, toprak altı giriş ve çıkışlarda boruları izole etmek veya körlemek için yapılır. Tiplerine göre flanş kaynak boyunlu, slip-on, soket kaynaklı (Lap joint) veya dişli olarak ayrılırlar.

Flanş ve flanş bağlantı elemanlarının delik iç çapı kullanıldıkları boru iç çapı ile örtüşmelidir. Sistemin test basıncı ve çalışma sıcaklığı için doğru tip flanş kalınlığı ve contalar kullanılmalıdır. Ayrıca flanş bağlantıların montajında kullanılan cıvataların ve ilgili tip somun ve rondelaların çapına ve uzunluğuna özellikle dikkat edilmelidir. Kullanılan malzeme sınıfı ve temper derecesine bağlı olarak aşağıda belirtilen standart ve özelliklerde temin edilerek kullanılır.

Kaynaklı bağlantılarda vidalı flanş üzerinde kaynak yapılarak kullanılmamalıdır.

Flanş contaları faturalı veya faturasız olması durumuna göre karşılıklı flanş arasında kullanılacaktır. Dövme alüminyum alaşımlı flanş ASTM B247M ASTM B247'e göre 3003, 6061 yumuşak (temper), basınç sınıflarına göre 150, 300, 600, ASME B16.5'e göre delikleri delinmiş,1.6 mm faturalı veya faturasız kullanılır.

Mevcut flanş ile bağlantılı işlem yapılıyor ise, mevcut flanş standartlara göre delik konfigürasyonu kontrol edilir. Uygunsuzluk var ise mutlaka boru cinsi ve standart karşı flanşa tam uygunluğu kontrol edilerek işlem yapılır. Flanş için seçilen cıvata ASTM B211/B211M'e ve ASME B16.5'e uygun alüminyum alaşımlı ve ASME B18.2.1 ve ASME B18.2.2'e uygun ölçülerde ve ASME B1.1 standardında kaba dişli kullanılır. Altıgen başlı somun ve puluyla birlikte cıvata ile aynı malzemeden kullanılır.

Korozif akışkan tesisatında conta olarak ASME B16.5 Ek E, figür E1, Grup1'e uygun flanş ve somun basınç sınıfında veya ASTM F336'e uygun nitelikte metalik olmayan contalar kullanılır.

Conta boru iç ölçüsüne taşmamalıdır. Asbestli contalar kullanılmamalıdır.

Somunun altındaki bir rondela ile sıkıca çekildiğinde flanş bağlantıların cıvataları ve somunları, ünitenin ötesinde iki dişten veya 3 mm dişten az olmamalıdır.

6.9. BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI

Standart veya özel yapılmış olsun, taşıyıcı üzerinde sabit ve kayar mesnetler boruya ve uygulama açısından monte edildikleri yapıya uyumlu ve malzeme açısından da uygun olacaktır.

Alüminyum ve alaşımlı alüminyum borular geleneksel çelik, galvaniz boru askıları kullanılarak sabitlenemez. Doğru sabitleme sistemleri alüminyum, galvaniz ve alaşımlı çelik PTFE kloropren lastik destekli sabit veya kayar geçer sistemler ile yapılmaktadır. Genleşme ve büzülmeye bağlı sabitlemeler üzerindeki hareket ve indüklenen yükler daha büyük olacaktır.

6.10. BORULARDA ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Boru hattının genişlemesine yönelik alınacak tedbirler, boru hattı gerilmelerini sınırlamak, boruların hareketini kontrol etmek ve ekipmana ve binaya uygulanan kuvvetlerin aşırı olmamasını sağlamak için yeterli olacaktır.

TABLO 6.5 Alüminyum Boru Isıl Uzama-Kısalma

ΔT	Φ20 mm/ ¾"	Φ25 mm/ 1"	Φ mm/ 1½"	Φ mm/ 2"	Φ mm/ 2½"	Φ mm/ 3"	Φ mm/ 4"	Φ mm/ 6"
5 °C	211 m	168 m	187 m	150 m	119 m	94 m	75 m	47 m
10 °C	159 m	127 m	141 m	113 m	90 m	71 m	57 m	36 m
20 °C	107 m	85 m	95 m	76 m	60 m	47 m	38 m	24 m
30 °C	80 m	64 m	71 m	57 m	45 m	36 m	29 m	18 m
40 °C	64 m	52 m	57 m	45 m	36 m	29 m	23 m	14 m

6.10.1. Doğal Esneklik

Boru hattı genleşme gerilmelerini kontrol etmek için esneklik tercihen yön değişiklikleri (Omega yapımı ve köşe dönüşü) veya fabrikasyon boru parçaları ile sağlanmalıdır.

Mümkün olan yerlerde, genleşme döngüleri tek parça halinde olmalıdır. Bükülmelerdeki borunun toplam uzunluğu bunu engelleyecek şekilde ise, merkeze mümkün olduğunca yakın olan uzun kollarda eklemler yapılmalıdır. Dirseklerin dönüş noktasında veya kısa kol ayrımlarında da hiçbir ekleme yapılmayacaktır. Konu ile ilgili detay hesaplamalar EK 1'de anlatılmıştır.

6.10.2. Genleşme Parçaları

Genleşme parçaları yalnızca doğal boru hattı esnekliğinin mümkün olmadığı durumlarda tedarikçinin talimatlarına tam olarak uygun şekilde kullanılmalı ve kurulmalıdır. Bu talimatlar, bina yapısı tarafından uygulanacak yükler hakkında bilgi de dâhil olmak üzere gerekli kılavuzların ve ankrajların tasarımını ve kurulumlarını kapsamalıdır.

Elastomerik bileşenlere (lastik körükler gibi) dayalı genişletme cihazları ısıtma sistemi için uygun değildir. Buna uygun tasarlanmış paslanmaz çelik genleşme parçaları kullanılmalıdır.

6.10.3. Boru Sabitleme Elemanları (Sabit Noktalar)

Genleşme düzenlemelerinden kaynaklanan maksimum yükleri taşıyabilen Alüminyum boru ankrajları sağlanacaktır. Ankrajların ve kılavuzların yapıya veya diğer tabana bağlanmasıyla yüklenen yüklerin yeri için bina yapımcısı ile anlaşma sağlanacaktır.

KISIM 7. PLASTİK ESASLI BORU DEVRE ELEMANLARI ve MONTAJI

Plastik esaslı borular, kimya ve malzeme bilgisi ile üretim teknikleri geliştikçe, neredeyse her türlü tesisat uygulamalarında yer alan göreceli ucuz, korozyon riski olmayan ve özellikle kimyasallarla problemsiz çalışabilen malzemelerdir. Sıcaklık ve basınç değerlerine göre tümü aynı kategoride olmamasına rağmen birçok tesisat için çeşitlerinden biri veya birkaçı uygulamada kendine yer bulmuştur.

7.1. GENEL BİLGİ

Plastik başlığı altında toplanan genel boru tiplerini kısaca aşağıdaki başlık altında toplamak mümkündür. Bu malzemeler aynı zamanda çelik tesisat borularının yeraltında kullanılması sırasında kaplama malzemesi olarak da kullanılmaktadır.

ABS	: Akrilonitril Butadin Stren
PB	: Polibutilen
PE-X	: Çapraz Bağlı Polietilen
PE- RT	: Yüksek Sıcaklığa Dayanımlı Polietilen
PVC	: Polivinil Klorür
PVC-C (CPVC)	: Klorlu Polivinil-Klorür
Çok Katmanlı	: Alüminyum Ara Katmanlı PE veya PEX komposit.
HDPE	: Yüksek Performanslı Polietilen (olarak bilinir)
PP	: Polipropilen (takviyesiz, takviyeli, komposit vb.)
PVDF	: Polivinilden Flüorür
CTP	: Cam Elyaf Takviyeli
DC	: Çift Cidarlı

Plastik esaslı ve termoset borular her bir tesisat anlatılırken verilen tablolarda görüleceği üzere, neredeyse tüm tesisat türlerinde bir veya birkaçı tüm basınç sınıflarında kullanılmaktadır.

Sırası ile plastik tesisat borularının temel özelliklerini ve çalışma sınırlamalarını tarif edelim. Uygulama seçim tabloları ile bağlantı elemanları tip ve niteliklerini yukarıda verilen sıra ile açıklayalım. Bu açıklama özellikle tesisat için malzeme ve bağlantı yöntemlerine göre bağlantı elemanlarını seçerken çok önem taşımasına rağmen ve ülkemizde PPR3 su tesisatı, PVC-UPVC atık su tesisatı ile yağmur suyu tesisatı, PE ve PEX borular sıcak su tesisatı, HDPE-CTP temiz su ana hat ile yangın su tesisatı kullanımında yaygın olarak bilinmesine rağmen bağlantı yöntemleri sınırlıdır ve el alışkanlığı ile kullanılmaktadır.

Hatta bazı zamanlarda tesisatta yanlış yerlerde yanlış malzeme ve bağlantı yöntemi kullanıldığı ve yıllarca problem çıkarmasına rağmen bilgi eksikliğinden dolayı düzeltilemediği görülmüştür.

SDR: Standart Boyut Oranı anlamına gelir. Boruların tanımlanmasında kullanılan bir parametre olup, dış çapın et kalınlığına oranıdır

MRS: Hammadde Sınıfı MRS (mpa)

Ayrıca bu kısımda bazı boru ve bağlantı elemanlarının çeşitli bağlantı yöntemleri dahil SDR olarak farklı basınç ve sıcaklık değerleri için de üretici tarafından çeşitli kimyasal formül değişiklikleri ile sağlanabileceği de çoğu meslektaşımız tarafından bilinmemektedir ve yanlış işlemler devam etmektedir. SDR üretilmiş basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C borular ihtiyaç dahilinde basınç sınıfı ve çalışma sıcaklığı tasarımcı tarafından doğru olarak tarif edilmiş olmalı ve bağlantı elemanları üretici tarafından teyit edilerek yöntemi ve boru seçimi sağlanmalıdır.

PVC BORULAR, UPVC

ASTM D1784'e göre minimum 12545 Sınıf ve ASTM D1785'e göre et kalınlığı Sch40 veya 80 olarak üretilmiş veya ASTM D2241'e uygun olarak SDR üretilmiş basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C borulardır.

CPVC BORULAR

STM D1784'e göre minimum 23447 klas ve ASTM F441/F441M'e göre et kalınlığı Sch.40 veya 80 olarak üretilmiş veya ASTM F442/F442M'e uygun olarak SDR üretilmiş basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C borulardır.

PVDF BORULAR

Yüksek saflıkta PVDF, ASTM D3222'e göre bütün boru çapları için sınıf ve et kalınlığı Sch.40 veya 80 olarak üretilmiş veya SDR 'e göre üretilmiş basınç sınıfı 1.03 MPa ve sıcaklık sınıfı 23°C borular veya basınç sınıfı 1.6 MPa ve sıcaklık sınıfı 23°C borulardır.

ABS BORULAR

ASTM D3965'e göre minimum 42222 Sınıf ve ASTM F441/F441M'e göre et kalınlığı Sc.40 veya 80 olarak üretilmiş veya ASTM D1527'e uygun olarak SDR üretilmiş basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C borular. ABS borular çeşitli sıcaklık dalgalanmalarına karşı problem çıkartmadığı için uzama kısalmalara karşı genleşme parçası koymak yerine boru eksenindeki yer değiştirme ile genleşme ve kısalmalara karşı kullanılabilir.

PE BORULAR

Plastik Boru Sistemleri, ülkemizde TS EN 12201-2+A1 Basınçlı İçme ve Kullanma suyu, drenaj ve pissu devreleri için geçerlidir.

Borular PE malzemeden sıcak çekilerek ASTM D3350'e göre minimum 324433-C Sınıf ve ASTM D3035'e göre et kalınlığı Sch40 veya 80 olarak üretilmiştir. ASTM D3035'e uygun olarak SDR üretilmiş 100 mm altı çaplar için basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C ve ASTM F714'e uygun olarak SDR üretilmiş 100 mm ve üstü çaplar için basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C borulardır. ASTM D2239 göre üretilmiş tüm çaplar için bağlantı elemanları PE borular SDR üretilmiş basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C veya ASTM D2239'e göre borular sch40 uygun bağlantı elemanları ile kullanılır.

PE esnek hortumlar ise ASTM D3350'e göre düşük yoğunluklu PE ve ASTM D2737'e uygun ölçülerde veya ASTM D3350'e uygun çapraz bağlı ve en az hücre sınıflandırması 35400 ve ASTM F876 uygun ölçülerde nominal et kalınlığı ve çapı boru et kalınlıklarındadır.

Petrokimyanın gelişimi ile tanımlanmış polietilenler yoğunluklarına göre LDPE (Low Density Polyethylene) Alçak Yoğunluklu Polietilen, MDPE (Medium Density Polyethylene) Orta Yoğunluklu Polietilen, HDPE (High Density Polyethylene) Yüksek Yoğunluklu Polietilen şeklinde sınıflandırılmıştır.

Yüksek Yoğunluklu Polietilenler diğerlerin göre daha güçlü bir dayanıma sahiptir. MRS (Minimum Required Strength) değer MDPE için 8, HDPE ürünleri için 10 olarak hesaplanmıştır. Bu HDPE boru için daha düşük et kalınlığı değerinde daha büyük bir dayanımı dolayısı ile daha çok akışkan geçmesini sağlar. MDPE ürünler ise daha büyük et kalınlığı değeri ile dış darbelerle oluşan çatlak ve yarılma konusunda avantajlar sağlar.

KAUÇUK LASTİK GENLEŞEN BORULAR-GENLEŞEN HORTUMLAR

Genleşen hortumlar takviyeli veya takviyesiz ve dış kaplamalı veya dış kaplama olmadan üretilir. RMA IP-2 Sınıf 212-A standardında üretilmiş hortumlar, 1.03 MPa veya asgari patlama basıncı çalışma basıncının 4 kat üzerinde olmalıdır. Hortumlar nominal çapları mm cinsinden RMA IP-2 toleranslarını karşılayacak şekilde olmalıdır. Hortum dönüş yarıçapı hortum iç çapının 6 katı olmalıdır.

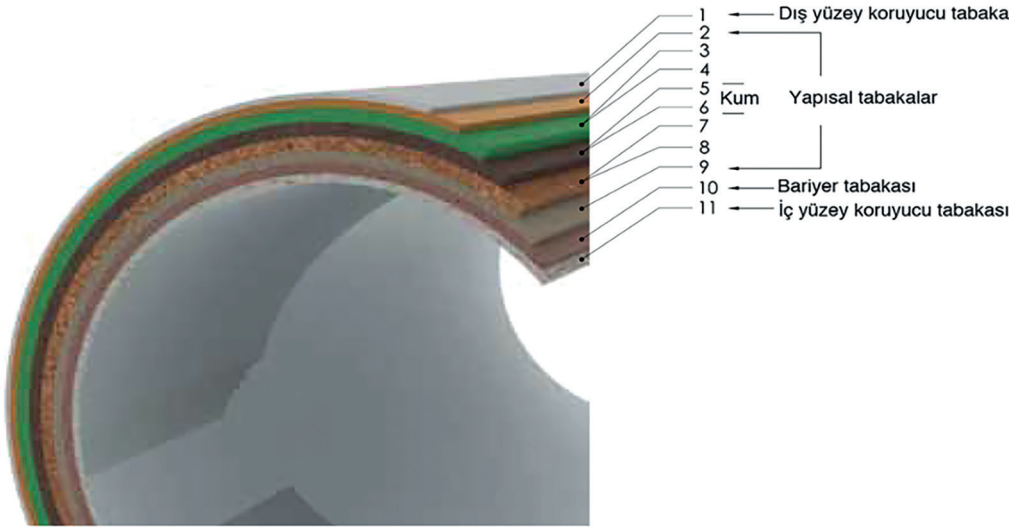
Hortum malzemesi, fluoro elastomerik (FKM), izobütilenüzopren, butadin akronitril, kloropren veya doğal poliizopren ASTM D2000' göre kalite [ ], Tip [ ], sınıf [ ] SDR temel ihtiyaçları karşılayacak malzemeler olmalıdır.

Hortum güçlendirme takviye malzemeleri sırası ile ve ihtiyaca göre, tek tel örgü, iki spiral tel ve tek tel örgü, iki viskon (rayon) örgü, tek tekstil örgü ve tek tel örgü, sentetik cam elyafı (fiber), 4 veya 6 katmanlı hafif veya ağır spiral tel ile yapılır. Takviyesiz çıplak da olabilir.

Hortum dış kaplama malzemeleri sırası ile ve ihtiyaca göre, sentetik kauçuk, ince şeritsiz, tekstil örgü, termoplastik veya kaplamasız yapılır.

CAM ELYAFI TAKVİYELİ BORULAR (CTP-FRP-GRP)

CTP boru esnek davranış gösteren, cam elyaf takviyeli termoset reçine ve silika kumdan oluşan komposit bir malzemedir ve TS EN 1796 ve ISO 10639 (su temini) standartlarında üretilir. Savurma Döküm (santrifüj) Presli Bağlantı Yöntemi ile üretilen CTP borularında, cam elyaf, polyester reçine ve silika kum kullanılmaktadır.



Resim 7.1 *Cam Elyaf Takviyeli Boru*

CTP borular kullanıldığı tesisat için üreticinin oluşturduğu sertifikalar ile tanımlanır. ASTM D2310 ve ASTM D2992 standartlarında tarif edilen boru çap ve et kalınlıklarına ve iç basınç değerlerine göre 0,69 MPa, tüm boru ve bağlantı elemanları tek bir üretici tarafından imal edilirler.

ASTM D3754'e göre CTP borular tip 1, 2, 3, 4, doğrusal (lineer) sarım ile yüzey tabaka kalınlığında, basınç sınıfında, boru sertliğinde üretilirler. Projelerde kullanılan boru çap ölçülerine bağlı olarak tüm boru ve bağlantı elemanları boru iç çapları birbirlerine uyacak şekilde üretilir.

ÇİFT CİDARLI BORULAR (DC)

Çift cidarlı borular ASME B31.3.'e göre tüm şartları karşıladıktan sonra kullanıldığı tesisat için üreticinin oluşturduğu sertifikalar ile tanımlanır. Özel olarak borularda oluşan kırılma, delinme ve ezilme gibi nedenler ile boru içindeki akışkanın çevresel faktörlerden dolayı oluşturması muhtemel problemleri ortadan kaldırmak amacı ile üretilir. Çeşitli kimyasal akışkanlar için yeraltı ve yerüstü hatları, yeraltı yakıt hatları, paslandırıcı veya yeraltı suyuna karıştığında ekolojik dengeyi bozan tüm alışkanlar için bu tip borular kullanılmaktadır.

SIVIYI TAŞIYAN ANA BORU

DC boru sistemleri PVC, CPVC, PVDF, PE plastik borulardan Sch.40 veya 80 olarak veya SDR standartlarında paslanmaz çelik 304 Sch.10 ve 40 veya şartnamede talep edilen basınç sınıfı [ ] MPa ve sıcaklık sınıfı [ ] °C karşılayan CTP borudan üretilir. Bu borular için flanş bağlantı elemanları ve ikinci dış katmanın imalatına izin vermeyen bağlantı elemanları kullanılmaz. Her türlü uzama, kısalma, dönüş ve doğrultu değiştirmeleri ikinci boruya zarar vermeyecek şekilde planlanarak imal edilir.

ANA BORUYU SARAN KILIF BORU

Dış boru veya koruyucu kaplaması PVC, CPVC, PVDF, PE plastik borulardan Sch.40 veya 80 olarak veya SDR standartlarında veya karbon çelik sch.40 veya 80 olarak veya paslanmaz çelik 304 Sch.10 veya 40 olarak veya yukarıda anlatıldığı üzere şartnamedeki talepleri karşılayacak şekilde üretilir. Dış boru dış ortam şartlarına dayanıklı, ortam sıcaklıklarının değişiminden ve çalışma basınç sınıfı [ ] MPa ve çalışma sıcaklık sınıfı [ ] °C karşılayacak şekilde üretilir. Her türlü uzama, kısalma, dönüş ve doğrultu değiştirmeleri iç boruya zarar vermeyecek şekilde planlanarak imal edilir. İkinci dış kılıf boru iç boru ile arasındaki boşluk ya bölüm-bölüm ya da bütün şekilde

en alt seviyede drenaj edilmeli ve en üst seviyede hava tahliye edilebilmeli ve kurutulabilmeli, aynı zamanda basınçlı hava ile de test edilebilmelidir. Drenaj ve basınç tahliye ekipmanları bağlanabilir şekilde olmalıdır. Aynı zamanda bu boşluk montajdan sonra sızıntı kontrol kablosu koymaya da izin vermelidir. Asgari boşluk 19 mm veya [ ] mm olmalı ve boru üzerindeki çekme ağızları en fazla düz boyda 150 m [ ] m ve her 90° dönüş için 45 m [ ] m'de bir konulmalıdır.

7.2. PLASTİK BORU TESİSATI UYGULAMA SEÇİM TABLOSU

KISIM 2'de Her bir başlık altında bulunan tesisat için kullanılacak malzeme seçimi ve Tablo7-2'de belirtilen çeşitli su ve kimyasal çözeltili akışkanlar için verilen tablolar plastik esaslı boruların seçiminde kullanılmalıdır. Ayrıca derleme içerisinde bulunmayan ve piyasada kullanılan çok katmanlı borular ve bağlantı elemanları ile birlikte tasarımcı, onayı ile farklı basınç ve sıcaklıklar için kullanılabilir. Burada bir tablo bulunmamaktadır

7.2.1. Plastik Boru Ve Bağlantı Elemanları Seçim Kılavuzu

Yukarıda yazılı teknik özelliklerde detaylı anlatıldığı gibi plastik esaslı borular, çalışma sıcaklığı ve çalışma basıncı şartlarına göre çok değişik davranış sergilemektedir. Her bir tesisat için ilgili bölüm altındaki tablolarda görüleceği üzere hem sıcaklık hem de basınç değiştiğinde bağlantı metotları ile kullanılan plastik esaslı borularında nitelikleri değişmektedir.

Temel olarak sınırlı sayıda olan plastik boru 90ºC sıcaklığa kadar çalışma şansı olmasına rağmen 60 ºC'ye kadar ve düşük basınç değerlerinde neredeyse plastik esaslı boruların hepsi kullanılmaktadır.

-5 ºC dereceden itibaren plastik esaslı borular klorür malzemesinin atmosfer şartlarında malzeme moleküler bağlantılarında oluşan deformasyon nedeni ile düşük don sıcaklık başlangıcı olan +4 ºC'den alt sıcaklıklarda kırılganlık başlar.

Sıhhi tesisat sistemlerine 10 ºC kadar olan su sıcaklığında tüm borular problemsiz olarak kullanılırken, sıcaklık 90 ºC'ye yaklaştıkça kullanılabilir boru cinsi ve bağlantı tipleri de azalmaktadır. Benzer konu sıcaklığa bağlı olduğu kadar basınç ile de çok ilintili olması nedeni ile 0-5 Bar arasında tüm plastik esaslı borular kullanılırken üzerindeki basınç değerlerinde solvent ile füzyon kaynaklı bağlantılar öne çıkmaktadır.

Termal su tesisatında neredeyse tek tercih olan plastik esaslı borular 65 ºC'ye kadar olan sıcaklıklarda tüm bağlantı tipleri ile kullanım mümkündür. Termal su büyük çaplı boru tesisatında termoset CTP boru farklı reçine tercihleri ile 45ºC sıcaklığına kadar kullanılabilir.

Soğutma su tesisatında -5 ºC ile 60 ºC arası kullanım söz konusu iken, kalorifer tesisatında ve düşük sıcaklık tesisatında 20-90 ºC arasında CTP kullanılamaz.

Yakıt tesisatında 20 ºC ve 90 ºC arasında sadece iki cins boru kullanılabilirken, basınçlı hava ve vakum tesisatında 20 ºC de 0,2 MPa üzerinde sadece sınırlı sayıda boru cinsi kullanılır.

Detaylı boru özellikleri ve çalışma sıcaklık ile basınç değerleri için mutlaka imalatçı katalogları ve tavsiyesi göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca daha önce de belirtildiği üzere mutlaka kullanılan kimyasal akışkanlar konusunda da imalatçı tavsiyesi ve bağlantı elemanları kullanılan çalışma basıncı dâhil tavsiye alınmalıdır.

Plastik boru birleştirme metotları da benzer şekilde değişime uğramaktadır.

Basınç ve Sıcaklık İlişkisi

Plastik boru uygulamalarında "Basınç – sıcaklık" bağlantısına çok dikkat etmek gerekir. Zira diğer metal borulardan farklı olarak sıcaklık artışlarında, basınç dayanımı hızla azalmaktadır. Borular için maksimum emniyetli çalışma basıncı genellikle 20 °C'deki basınç değeri verilmiştir.

Örnek;

PEX 1,2 MPa @ 20 °C veya 3 Bar @ 90 °C. Görüldüğü üzere, sıcaklık arttıkça basınç dayanım değeri çok hızlı bir şekilde azalır. Dolayısıyla, üreticilerin kaynaklarına danışılmalı ve önerileri dikkatle takip edilmelidir.

Tablo: 7.1 Plastik Esaslı Boru Uzama Katsayısı

Genleşme ve Kısalma Oranı	ABS	PB	PEX	PVC-C	Çok Katmanlı	PE 100 (HDPE)	PP	PVDF	CTP (GRP)
Bakır için kabul edilen değer (1): 1	5,7	7,3	9,5	4,5	3	6,7	6,2	6	1,4-1,76

(1) Bakır için uzama katsayısı: 1.7 mm/100 m ve 100 K sıcaklık artışı durumunda.

7.3. PLASTİK ESASLI BORU KULLANILAN TESİSAT TÜRLERİ

Plastik esaslı boruların biri veya birkaç tanesi, aşağıda belirtilen tesisat sistemlerinin neredeyse yüksek sıcaklıklar hariç tamamında yer almaktadır. Özellikle kullanım isale hatları, derin kuyu su transfer hatları, depolar arası transfer hatları ile bina içi ve dışı sıhhi tesisat boruları ve yoğunlukla büyük çaplar için C daha düşük çaplar için PE borular kullanılır. Su işleme tesisleri genel olarak ABS, fueloil yakıt tesisatı da PE veya PEX özellikle çift cidarlı borular, yangın tesisatı CPVC borular ile düşük sıcaklık ısıtma boruları PEX borularla veya çok katmanlı borular kullanılarak yapılmaktadır. Basınçlı hava tesisatı C, PE takviyeli hortumlar, kimyasal atık drenaj boruları UPVC-CPVC, PB, PVDF borular kullanılarak yapılmaktadır.

1- Kısım 2.1.2 Sıhhi Tesisat Soğuk Su Sistemleri
2- Kısım 2.1.4 Sıhhi Tesisat Sıcak Su Sistemleri
3- Kısım 2.1.5 Termal Sıcak Su Tesisatı
4- Kısım 2.4. Yangın Suyu Tesisatı -Kısmi Şartlı Olarak*
5- Kısım 2.2. Kondenser ve Soğutma Sistemleri Endüstriyel Proses için
6- Kısım 2.3. Kondenser ve Soğutma Sistemler Konfor Klima için
7- Kısım 2.5. Düşük Sıcaklık Isıtma Sistemleri
8- Kısım 2.9 Basınçlı Hava ve Vakum Tesisatı
9- Kısım 2.10 Fueloil Yakıt Tesisatı- Flanş, Kaynaklı
10- Kısım 2.11.Doğalgaz Tesisatı ilgili bölüm altında detaylı anlatılmıştır.

* Yangın tesisatı için kullanılan plastik esaslı borular için Amerikan Normlarında FM-UL listesinde olmasını, Avrupa normlarında ise yangına dayanıklılık ve tepkime ile ilgili TS EN 13501-1 test metotlarını içeren norm ve ülkemizde 'BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELİK' içeriğinde uyumluluk aranmalıdır.

Üretici Linki: https://www.gfps.com/country_TR/tr/products_and_solutions/building-technology/pp-r-aquasystem-boru-sistemleri.html

tablo 7.2 Boru ve Bağlantı Elemanlarının Kullanılabileceği Ortam ve Akışkanlar

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ														
No.	BORU MALZEMESİ	SERVİS												
		A	B1	B2	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
2,9	PVC	√	√					√	√	√	√		√	
2,10	CPVC	√	√					√	√	√	√		√	√
2,11	PVDF	√	√			√		√	√	√	√	√	√	
2,12	ABS	√	√					√	√	√				
2,13	PE	√	√				√	√	√	√	√		√	
2,14	Kauçuk/Elastomerik	√	√		√				√	√				
2,15	FRP	√	√				√	√	√	√	√	√	√	
2,16	Çift Cidarlı	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

BORU VE BAĞLANTI ELEMANLARI MALZEME UYGUNLUĞU OLAN GENEL BORU SİSTEMLERİ	
A	Toprak Altı, Gömülü Tesisat
B1	Toprak Üstü: Çalışma Ortam Sıcaklığı -25 Den 45 °C ve Ultraviyole Işığa Açık E
B2	Toprak Üstü: Elektrikli Isıtıcı Bant ve Termal Yalıtım İle
C	Çalışma Sıcaklığı, 80 °C ve Üzeri
D1	Çözeltiler: Polar Olmayan
D2	Çözeltiler: Polar
E1	Kimyasal: [Güçlü,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asitler
E2	Kimyasal: [Zayıf,[ ] % Sülfürik, Hidroklorik Asit
E3	Kimyasal [Zayıf,][ ] % Temel De
E4	Kimyasal: [Güçlü,][ ] % Temelde
E5	Kimyasal: Klor [ ]
K	Kimyasal: Paslandıran Sıvılar
E7	Kimyasal: Sülfat [ ]

7.4. BİRLEŞTİRME PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

Plastik borularda uygun presli bağlantı yöntemini üreticinin talimatlarını ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak seçmek gereklidir. Ana birleştirme presli bağlantı yöntemleri aşağıda verilmiştir.

PVC BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

PVC plastik boru sistemleri bağlantıları soket kaynak, soket yapıştırma, dişli, flanş bağlantı veya mekanik kaplin ile yapılır. İstisna olarak manşon, vana ve dişli bağlantısı olan ekipmanlar daha sonra sökülebilmesi için dişli veya flanş yapılır. Bu bağlantılara diş açılır ve arka tarafı tekrar kaynak edilir.

PVC çekme borular ise sıkıştırma bağlantı usulü ile monte edilir. Boruların bağlantı teknikleri için üreticinin talimatlarını esas almak ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak uygun presli bağlantı yöntemi kullanmak gereklidir.

CPVC BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

CPVC Plastik boru sistemleri bağlantı usulleri soket kaynak, flanş bağlantı veya mekanik kaplin ile yapılır. İstisna olarak manşon, vana ve dişli bağlantısı olan ekipmanlar daha sonra sökülebilmesi için dişli veya flanş yapılır. Bu bağlantılar diş açılır ve arka tarafı tekrar kaynak edilir.

PVDF BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

PVDF plastik boru sistemleri bağlantı presli bağlantıları termal alın kaynağı füzyon tekniği ile soket ısıtma kaynak füzyon tekniği ile veya soket elektrik rezistans füzyon kaynağı ile bağlantı yapılır. İstisna olarak manşon, vana, dişli veya flanş bağlantısı olan ekipmanlar daha sonra sökülebilmesi için dişli veya flanş yapılır. Bu bağlantılar diş açılır ve arka tarafı tekrar kaynak edilir.

PVDF çekme borular ise sıkıştırma bağlantı Presli Bağlantı yöntemi ile monte edilir. Boruların bağlantı teknikleri için üreticinin talimatlarını esas almak ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak uygun Presli Bağlantı Yöntemi kullanmak gereklidir.

ABS BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

ABS Plastik Boru sistemleri bağlantı presli bağlantı yöntemleri kimyasal eritici çözelti (Solvent) sertleştirici ile yapılır. İstisna olarak, vana veya flanş bağlantısı olan ekipmanlar daha sonra sökülebilmesi için flanş bağlantı yapılır.

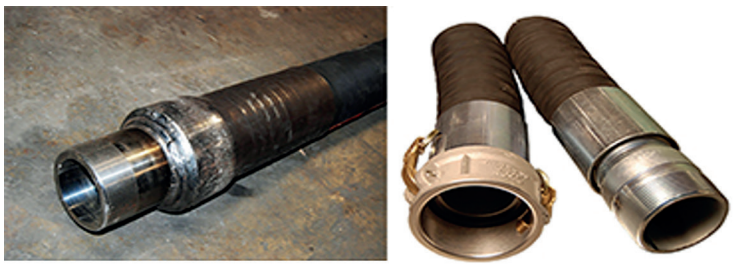
PE BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

PE Plastik Boru sistemleri bağlantı Presli Bağlantı yöntemleri termal alın kaynağı füzyon tekniği ile soket ısıtma kaynak füzyon tekniği ile ve/veya soket elektro füzyon kaynağı ile bağlantı yapılır. İstisna olarak vana, flanş bağlantısı olan ekipmanlar daha sonra sökülebilmesi için dişli polistren bağlantı elemanları ile veya flanşla yapılır.

PVDF çekme borular ise sıkıştırma bağlantı usulü ile monte edilir. Boruların bağlantı teknikleri için üreticinin talimatlarını esas almak ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak uygun presli bağlantı yöntemi kullanmak gereklidir.

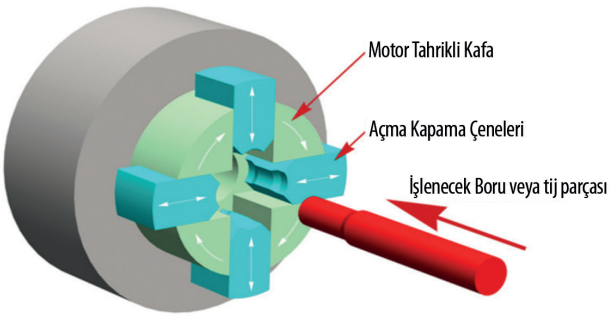
KAUÇUK / ELASTOMER BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

Kauçuk elastomerik çekme hortumlar yekpare olarak gereken uzunlukta kesilerek ve uç kısmına bağlantı adaptörü takarak, dövme (swaged), kıvrılmış (crimped), sokma (insert), içten genişleterek sıkıştırma bağlantı presli bağlantı yöntemleri ile monte edilir. Boruların bağlantı teknikleri için üreticinin talimatlarını esas almak ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak uygun presli bağlantı yöntemi kullanmak gereklidir.



Resim 7.2 *Pres Dövme ve Kıvrılmış Hortum Bağlantısı*

Resim 7.3 *Kıvrılmış Hortum Makinesi*



Resim 7.4 *Kıvrılmış Hortum Tekniği*

CTP BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

CTP borular ASTM F477'e uygun kauçuk elastomerik conta, ASTM D4161 şartlarını karşılayan eksenel olarak sınırlanmamış çan ve tıkaç contalar ile birleştirilir. ASTM D3754'e göre üzerine yatırma tekniği ile veya ASTM D3754'e göre çan tapa birleştirme üzerine yatırma tekniği ile veya ASTM D3754'e göre yapıştırıcı ile çan ve tapa birleştirmesi veya flanş bağlantı presli bağlantı yöntemleri kullanılarak monte edilir.

DC ÇİFT CİDARLI BORU BAĞLANTI PRESLİ BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

Tesisatta kullanılan akışkanın niteliğine bağlı olarak seçilen borular için bağlantı elemanları malzeme özelliklerine göre fabrika üretimidir. Tüm ikinci cidar bağlantı elemanları ise iç taşıyıcı boruların bağlantı elemanlarının hareketlerine sorun çıkarmayacak şekilde bütünleşik olarak kullanılırlar. Sabitleme noktaları taşıyıcı boruların tüm kullanım süresince sorunsuz hizmet verebilecek ve gelen kuvvetleri yenebilecek et kalınlığında sistem oluşturmalıdır. Dirsekler iki ucundan sabitlenmelidir. Te parçaları her iki doğrultuda ana gidiş ve branşman sabitlenmelidir.

7.5. BAĞLANTI ELEMANLARI

PVC BAĞLANTI ELEMANLARI

PVC plastik boru sistemlerinde kullanılan bağlantı elemanları mevcut boru basınç ve sıcaklık sınıfından daha düşük nitelikte olamaz. ASTM D1784'e göre bağlantı elemanları asgari hücre yapısı için ASME B1.20.2M, ASME B1.20.1'e göre dişli bağlantılar için PVC malzeme ASTM D2464 standartlarına, soket tip için ASTM D2466 veya ASTM D2467 standartlarına uygun olmalıdır. Dişli bağlantılarda yağlama gerekmez.

PVC çekme borular ise sıkıştırma bağlantı presli bağlantı yöntemi ile monte edilir. Boruların bağlantı tekniklerini üreticinin talimatları ve basınç/sıcaklık değeri dikkate alarak seçmek gereklidir.

CPVC BAĞLANTI ELEMANLARI

CPVC plastik boru sistemleri bağlantı elemanlarının basınç sınıfları, boru basınç sınıfından daha düşük olamaz. ASTM D1784'e uygun nitelikte hücre sınıflandırması 23447, CPVC bağlantı elemanları ASTM F437'e göre ve dişli bağlantılar için ASME B1.20.2M, ASME B1.20.1 uygunlukta, soket bağlantılar için ASTM F438 veya ASTM F438 standartlarına uygunlukta olmalıdır. Dişli bağlantılarda yağlama gerekmez.

PVDF BAĞLANTI ELEMANLARI

PVDF plastik boru elemanları döküm olarak yapılır. Bağlantı elemanları basınç sınıfı boru ile son teknik şartnamelere göre aynı veya daha üst basınç sınıfında olmalıdır. Flanş conta ve cıvata somun flanş bağlantı kısmında anlatılmıştır.

PVDF çekme borular ise sıkıştırma bağlantı usulü ile monte edilir. Boruların bağlantı teknikleri için üreticinin talimatlarını esas almak ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak uygun presli bağlantı yöntemi kullanmak gereklidir.

ABS BAĞLANTI ELEMANLARI

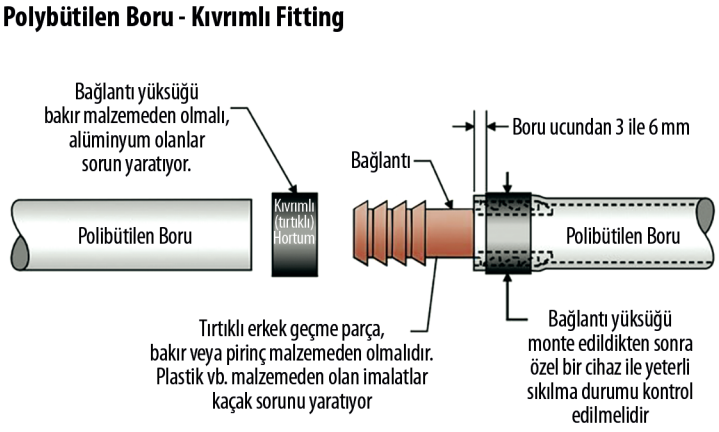
ABS plastik boru elemanları döküm olarak yapılır. Bağlantı elemanları basınç sınıfı boru ile son teknik şartnamelere göre aynı veya daha üst basınç sınıfında olmalıdır. Flanş, conta ve cıvata, somun flanş bağlantı kısmında anlatılmıştır.

PE BAĞLANTI ELEMANLARI

PE plastik boru bağlantı elemanları basınç sınıfı boru ile son teknik şartnamelere göre aynı veya daha üst basınç sınıfında olmalıdır. PE plastik boru elemanları döküm olarak yapılır. Alın kaynaklı füzyon tekniği kullanılan bağlantı elemanları ASTM D3261'e uygun, soket ısıtma kaynak füzyon tekniği kullanılan bağlantı elemanları ASTM D2683'e uygun ve aletler de ASTM F1056 standardını karşılamak zorundadır. İtme tip bağlantı elemanları ASTM D2609 standardını karşılamalıdır.

KAUÇUK / ELASTOMER BAĞLANTI ELEMANLARI

Tüm bağlantı elemanları aynı üretici tarafından sağlanmalıdır. Kauçuk elastromer çekme hortumlarda kullanılan tüm bağlantı elemanları özellikleri tanımlanmıştır. Kullanılan bağlantı elemanları ihale şartnamelerinde belirtildiği üzere alüminyum, 304 paslanmaz çelik veya 316 paslanmaz çelik malzemelerden imal edilir. Hortum uç kısmına bağlantı adaptörü takılarak ASME B1.20.7'e uygun dişli adaptör, çabuk kilit mekanizması veya sıkıştırma halkası bağlantı presli bağlantı yöntemi ile monte edilir. Hortumların bağlantı tekniklerini üreticinin talimatlarını ve basınç/sıcaklık değerini dikkate alarak seçmek gereklidir.



Resim 7.5 *Kıvrılmış Hortum Bağlantı Elemanı*

CTP BAĞLANTI ELEMANLARI

CTP boruların bağlantı elemanları flanş hariç ASTM D5685 standardını sağlamak zorundadır. Elyaf sarma presli bağlantı yöntemi ile yapılan bağlantı elemanları bağlanacakları boru veya kanal ile aynı kalınlıkta olmalıdır. Diğer bağlantı elemanları et kalınlığı en az tanımlanan basınç sınıfında olmalıdır. Flanş ile bilgiler flanş kısmı altında tanımlanmıştır.

DC (ÇİFT CİDARLI) BAĞLANTI ELEMANLARI

Çift cidarlı boruların bağlantı elemanları akışkanın niteliği ve özelliklerine göre fabrika imalatı olup özellikle bağlantı elemanları basınç sınıfı tasarım basıncına eşit veya 5 kat emniyet faktörü ile üretilmelidir.

7.5.1. Dişli Bağlantılar

Bazı plastik boru sistemleri yardımcı ekipmana, pompalara, filtrelere vb. bağlamak için boru ucuna takılan dişli parça veya dişli bağlantı parçaları ile bağlanır.

Tüm plastik boru hatları, diş açmaya uygun değildir. Diş açmak durumu plastik boru malzemesine, fiziksel özelliklerine ve beklenen çalışma koşullarına bağlıdır. Diş açma kararı için ilgili üreticinin onayı ve tavsiyeleri alınmalıdır.

Diş açma ekipmanının kullanımı, kalın etli, 25 mm ve üstü boru dış çapı ve sınırlı çalışma basınçlarına kadar mümkündür. Metrik borular normalde BSP diş gereksinimleriyle uyumlu dış çapa sahip değildir.

Dişler normal olarak ISO7'in konik formudur, plastik borular için uygun olan kalıplar kullanılmaktadır. Borulara tam derinlikte dişler yağlama olmadan bir işlemle açılmaktadır. ABS ve PVC borulara solvent ile kaynak yapılabilen dişli adaptör bağlantı parçaları mevcuttur.

Sıkma sadece elle yapılmalı, kayış anahtarı ile ekstra en çok çeyrek tur eklenmelidir. Aşırı gerdirme hasara neden olur ve gereksizdir. Tatmin edici bir sızdırmazlık elde etmek için ABS ve PVC boruların erkek dişlerine asgari bir kalınlıkta PTFE bant sarılmalıdır. Çok kalın bir tabaka birleştirmenin sağlamlığı açısından zararlıdır. Diğer malzemeler için üreticinin önerilerine bakılmalıdır. Anaerobik yapışkanlı yivli macunlar ABS ve PVC'ye kimyasal olarak zarar verebilir ve kullanılmamalıdır.

7.5.2. Solvent ile Birleştirme (Yapıştırma)

Solvent yapıştırıcılar malzemeyi eriterek boru ile bağlantı elemanının kimyasal olarak birleşmesi esasına göre çalışır ve genelde soket birleştirmeler için kullanılır. Mekanik bağlantılardan daha güçlü bir birleştirme sağlar.

Uygulanan solvent yapıştırıcılar, birleştirilen boru malzemesi ile aynı koşullara dayanıklı olmalıdır. Özellikle plastik boru üreticisi tarafından önerilen yapıştırıcılar kullanılmalıdır. Farklı malzemeleri birbirine solvent kaynağı yapmak için uzman tavsiyesi almak gereklidir. Örneğin. ABS'den PVC'ye bağlantı yapmak için özel bir çözüm bulmak gerekir. Her plastik boru hattı solvent kaynağı için uygun değildir

PVC için kullanılacak çözücü malzemeler ASTM D2564 standardında olmalıdır ve uygulama öncesi ASTM F656'e göre seçilen ilk hazırlamayla solvent ile yapıştırılacak yüzey uygun hale getirilir.

Not: Türkiye'de genelde aşağıda anlatılan zımpara usulü kullanılır, zımpara işlemi eşit ve düzgün yapılmama riskinden dolayı yüksek basınçlı tesisatta tavsiye edilmez.

CPVC için bu solvent ASTM F493 uygun ABS için ise ASTM D2235 uygun olmalıdır.

ABS ve PVC boruların solvent ile yapıştırılması/kaynatılması işleminde aşağıdaki işlemler uygulamalıdır;

Öncelikle uygun yapıştırıcı seçilmeli veya gerekirse uygun bir yapıştırıcı karışımı yapılmalıdır. Boru yüzeyinden iç ve dış çapaklar çıkarılarak boru yüzeyi ince bir testere ile dikine kesilmelidir. Boru parçaları takıldığında solvent tabakasının bağlantı yüzeyinden uzaklaştırılmasını önlemek için bir yönlendirici pah açılmalıdır. Boru ve bağlantı temiz ve kaba zımpara bezi ile aşındırılmalı ve tavsiye edilen bir temizleyici ile temizlenmelidir. Temiz bir fırça ile yapıştırıcıyı, boru hattının aşınmış alanları boyunca uzunlamasına darbeler ile uygulayın. Uygulama hızla yapılmalıdır ve kullanılan solvent miktarı yüzeylerin kaymasına izin vermek için montaj sırasında hala sıvı halde olacak şekilde olmalıdır. Yapıştırıcı uygulanan boru parçaları hemen birleştirilmelidir. Boru boyutuna bağlı olarak 50-60 saniyelik bir süre tutarak bağlantıyı sıkıca bastırmak gerekir.

Doğru miktarda yapıştırıcı uygulanması, bağlantı kenarında ve borunun kenarında düzgün bir yapıştırıcı pervazı ile sonuçlanır. Birleşim noktalarının içerisinde aşırı yapıştırıcı birikintilerinden kaçınılmalıdır. Zira bu tip birikintiler özellikle küçük çaplı boru et kalınlıklarını zayıflatabilir.

Solvent yapıştırıcılarının raf ömrü sınırlı olup, açılmış olsa da olmasa da kullanım öncesi mutlaka kontrol edilmelidir.

Test basıncı, birleştirme işleminden sonra en az 24 saat geçene kadar uygulanmamalıdır. Bununla birlikte çok gerekli olursa birkaç saat içinde birleştirmeleri güvenli bir şekilde kullanmak mümkündür. Normal koşullarda bekleme süresi için formül şöyledir;

20 °C'lik çalışma sıcaklığında ve 110 mm boru dış çapına kadar, hat basıncının her bir "Bar" değeri için bir saat beklemek gerekir. 110 mm'den daha büyük çaplar için ise, "Bar" başına bir buçuk saat beklemek en doğru çözümdür.

Aşağıdaki koşullarda birleştirme yapılmamalıdır;
- Islak koşullarda, yağmurda vb.
- Kirli fırçalarla,
- Kirli veya yağlı temizlik bezleri kullanarak,
- Uygunsuz yapıştırıcı veya temizleyicileri kullanarak.

Solvent kutusu açık kalırsa, yapıştırıcı hızlı bir şekilde buharlaşır. Kutuların kapalı tutulması gerekir. Yapıştırıcılar temizleyiciyle 'inceltilmemelidir'. Sadece önerilen yapıştırıcılar ve temizleyici kullanılmalıdır. Solvent buharları yanıcıdır, sigara ve çıplak alevlerden kaçınılmalıdır.

Buharların narkotik ve potansiyel olarak ölümcül olmasının yanı sıra yanıcı olduğu için daima yeterli havalandırma sağlayın. Solvent kaynağı yeterli havalandırma olmaksızın kapalı alanlarda kullanılmamalıdır.

7.5.3. Flanşlı Bağlantılar

Her türlü birleştirmede olduğu gibi ilgili üreticinin bilgilerine danışılmalıdır.

PVDF veya ABS flanş ve flanş bağlantı elemanları Sınıf 125, tek parça tekerlek göbeği tipinde döküm ASME B16.1, ASME B16.5'e uygun düz yüzeyli veya ASTM A240/A240M'e uygun 304 paslanmaz çelik karşı flanş ASME B16.1 veya ASME B16.5'e göre delikleri delinmiş olarak kullanılır. PVDF veya ABS flanş tek parça plastik döküm saplama uçlu (stub end) olabilir.

Kullanılan contalar, tam yüz PVDF için en fazla 3 mm, ABS için 3.2 mm kalınlığında ASME B16.21'e uygun ve ERP (etilen propilen kauçuk) veya PTFE (politetra flor etilen) malzemeden yapılır.

Eğer karşı flanş faturalı ise düz yüzeyli conta kullanılacak ve flanş fatura çapı ile flanş dış çapı arasına dolgu contası konularak cıvata somunun yarattığı moment engellenecektir.

Cıvatalar paslanmaz çelik ASTM A193/A193M'e uygun 8 veya 8M altıgen kafalı olmalıdır ve ASTM A194/A194M'e uygun altıgen kafalı somun, cıvata -somun ile aynı malzemeden pul ile kullanılır.

CTP el yatırma (Contact Molded veya Hand Lay-Up) flanş ve flanş bağlantı elemanları ASTM D5421'e uygun tip A veya B klas I veya II basınç sınıfında üretilir. Diğer flanşlar ASTM D4024 tip [ ], Grade [ ], klas[ ], basınç sınıfı [ ] tarif edilerek üretilir. C karşı flanş termoplastik kaplamalı çelik borular için ASTM A395/A395M'e uygun düktil demir döküm veya döküm çelik ASTM A216/A216M Grade WCB ye uygun döner flanş (Van Stone) ASME B16.1veya ASME B16.5'e göre Sınıf 150 kullanılır.

Etkin sızdırmazlık sağlamak için conta ve flanş yüzleri temiz olmalı ve kir veya diğer engeller bulunmamalıdır.

EN 1092'ye göre tam yüz flanş bağlantı parçalarını (plastikten plastiğe) genellikle cıvata yükünü ve tam yüz contalarını yaymak için faturalı yapmak gerekir. Doğru destek halkasını ve contasını kullanmak çok önemlidir. Flanş bağlantısı yaparken önce contayı doğru konumlandırmalı ve cıvata deliklerinin boru hizalaması sağlamak için flanş önce gevşek şekilde monte edilmelidir. Cıvata kafaları ve somunları altında pullar kullanılmalıdır. Cıvataları doğru sırayla sıkın (üretici talimatlarına bakın). Tüm çok cıvatalı flanşlarda olduğu gibi cıvataları birkaç kez sıkıştırmak gereklidir. Böylece ilk denemede tek bir cıvatayı aşırı sıkıştırarak birleştirmenin bozulmasını önlemek için sıra tekrar edilir.

Aşırı sıkıştırmayı önlemek için tork ayarlı anahtarlar kullanmak doğru olacaktır.

7.5.4. Termal Füzyon Kaynağı

Termal füzyon kaynağı, ısı hasarını önlemek ve tatmin edici bir birleştirme elde etmek için önemli bir beceri gerektirir. Müsaade edilen maksimum sıcaklıklara ve borunun bu tür kaynaklara uygunluğuna ilişkin üreticilerin tavsiyesi dikkate alınmalıdır. Füzyon kaynağını sadece eğitimli/ sertifikalı kişiler yapmalıdır.

7.5.5. Alın Kaynağı

Alın kaynağı, borunun ve/veya bağlantı parçasına ait karşılıklı uçların ısıtılmış bir plakayla önce ısıtılarak sonra hemen parçaların biri birine basınçla tutturulması sonucu oluşan termal kaynak uygulamasıdır. Alın kaynağı, özel ekipman ve yüksek beceri gerektirir. İstenilen kaynak direncini elde etmek için eğitim önemlidir. Kaynak kuvveti, basınç altındaki performansın birleştirilecek olan boru veya bağlantı elemanlarının dayanımını aşacağı şekildedir.

Not: Alın kaynağı hem içte hem de dışta bir kaynak boncuğu oluşturur. Bunlar genellikle bırakılır ancak gerekirse özel aletler kullanılarak çıkarılabilir.

7.5.6. Soket Kaynağı

Soket kaynak işlemi alın kaynağı tekniğinde olduğu gibi birleştirilecek yüzeylerin ısıtılması ile olur. Bu presli bağlantı metodu soketin iç yüzeyine ve borunun dışına ısı uygulaması yapılır.

7.5.7. Elektro-füzyon

Elektro-füzyon kaynak işlemi PB, PP ve HDPE borular için yaygın olarak kullanılır. Ancak tüm plastik borular için uygun değildir.

Bir ısıtma elemanı kullanarak yapılan "elektro-füzyon" kaynağının avantajı hantal alın füzyon makineleri olmaksızın hızlı ve kolaylıkla işlemin yapılmasıdır. Füzyon işlemi sırasında boruyu tutmak için daha küçük kelepçeler yeterli olur. Operatör ve çevresel etkiler en aza indirgenmiş olduğundan tutarlı ve yüksek bütünlüklü kaynakların elde edilmesi daha kolaydır.

Birleştirilecek yüzeylerin kirli olması, birleştirmenin bütünlüğünü etkiler. Bu nedenle imalatçının tavsiyelerine göre temizlenmesi ve hazırlanması önemlidir.

7.5.8. Sıkıştırma Elemanları

Bazı plastik borular standart pirinç sıkıştırma bağlantı parçaları kullanarak birleştirilebilir, ancak çoğu üretici kolay ve çabuk kurulum sağlayan alternatif plastik bağlantı parçalarını kullanmaktadır. Üretici talimatlarına her zaman uyulmalıdır.

PVC, PVDF ve PE çekme borular, ASTM B124/B124M'e uygun dövme pirinç alaşımı C37700 malzemeden somun, kovan ve gövde veya asetal-polipropilen, polivinidenflorid (PVDF) malzemeden somun, gövde ve elastomerik o-ring sızdırmazlık elemanı, polipropilen, gövde ISO 228-1 veya ASME B1.1 düz dişli (kılıf ve tutma somunu) [ ] kPa bağlantı elemanı kullanılır.

Tüm sıkıştırma bağlantı parçaları, boru ve bağlantı parçası ile kapama halkası, sızdırmazlık halkası arasındaki bağlantıyı tasarıma bağlı olarak bağlantı elemanı içinden sızdırmaz hale getirir. Bu nedenle kir, kum veya talaş vb. ile sızdırmazlığa müdahale edilmemelidir. Boruların ve soketlerin uçları kare şeklinde kesilmeli, çapaklardan ve keskin kenarlardan veya yüzey çiziklerinden arındırılmalıdır. Polietilen (PE, HDPE), polibutilen (PB) ve çok katmanlı borular, testere yerine mandallı makaslarla kesilmelidir. Metal tutma halkaları bir contayı etkilemek için ya da boruyu kavramak için deforme olduklarından tekrar kullanılamaz.

Polietilen ve polibutilen borular için iç destek kovanları (tipik olarak bakır, pirinç veya paslanmaz çelik) kullanılır. Bu, borunun aşamalı deformasyonunu (sürünme) ve nihai sızıntıyı önlemek içindir. Boru içinde taşınan sıvıların destek kovanlarından olumsuz bir şekilde etkilenmeyeceğini veya olumsuz bir şekilde etkilemeyeceğini kontrol etmek hayati önem taşımaktadır. Destek kovanları birbirleriyle değiştirilemez.

Bazı üreticiler, montaj sırasında aşırı mekanik güç kullanarak boruların ve bağlantı parçalarının hasar görmesini önlemek için uygun bir yağlama maddesinin kullanılmasını önermektedir. Yağlayıcıların seçimi ve uygulaması, belirli malzeme için üreticinin tavsiyelerine uygun olmalıdır.

7.5.9. İtmeli Bağlantılar

İtmeli bağlantı parçaları normalde bir plastik gövdede kılavuz halka, tutma halkası ve O-ring contadan oluşur. Bazı armatürler sökülemeyen kalıcı sabitleme sağlarken diğerleri sökülebilir veya borunun bileziği bastırılarak çıkarılmasını sağlar.

Sıkıştırma bağlantı parçaları hakkında yapılan yorumlar, itme geçirme bağlantı parçaları için de geçerlidir. Borunun ucunun kare şeklinde olması ve pürüzsüz olması yerleştirme sırasında O-ring'e zarar verebileceğinden dolayı çok önemlidir. Montaj esnasında aşırı mekanik kuvvet kullanılarak boru ve bağlantı parçalarının hasar görmesini önlemek için uygun bir yağlayıcı kullanılması önerilebilir.

Plastik boru bağlantı elemanlarının hepsi değil, fakat bir kısmı aynı dış çapta bakır borusunu kabul edebilir.

7.6. ELEKTRİK İLETKENLİĞİ

Plastik borular iletkenliği olmadığı için eş potansiyel ve topraklama işlemi olanaksızdır.

Boru tesisatı yapılırken metal borulardan plastik boruya geçişlerde veya kısmi olarak metal boru tesisatının bir parçasını plastik bir sistemle değiştirirken veya metal borulardan plastik borular ile kol ayrımında devam ederken plastik bölümü kapsayan kısım, bir iletken kullanılarak metal boru parçaları arasında oluşan voltaj farklarını engellemek ve elektrik sürekliliğini korumak gerekir. Genelde bakır, izoleli iletken klipsler / kelepçeler ile metal boru tesisatına sıkıca tutturmak gerekir. Ayrıca elektrikli ısıtma yapılan tesisatta boruların geçtiği dış ortam şartları veya aynı taşıyıcı üzerinde farklı cinslerde boru, vana veya ekipmanların malzeme cinslerine bağlı olarak elektron alışverişini engellemek için tüm tesisat topraklanmalıdır.

Borularla uğraşırken küçük şoklara ve / veya kıvılcıma yol açacak şekilde statik elektrik oluşabilir. Bu durum bazı ortamlarda bu boruların kullanımında bir risk oluşturabilir. İnsan hayatı tehlikeye girebilir. Düşme sonucu yaralanma veya ölüm dışında çarpılma gibi sorunlar yaşanabilir.

7.7. BORULARDA ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Boru hattı işi için seçilen güzergâh, dirsek ve klipslerin tasarımı, plastiklerin, metallerden çok daha yüksek olan ısıl genleşmesi ve büzülmesine izin vermelidir. Boru malzemesi üreticilerinin önerilerine uyulmalı, tüm tasarım ve kurulum talimatları uygulanmalıdır. Genleşme omegaları, uygun körüklü veya çeşitli eksenlerde borunun yön değiştirmesi ile yapılan tesisat gerekebilir. Ancak ideal olarak sistemin tasarımı borunun doğal esnekliğini kullanmalıdır. Detaylı hesap ve kontrol için EK-1'e bakınız.

7.8. BORU DESTEKLERİ VE AKSESUARLARI

Plastik Boru Destekleri, borunun alt kısmına gelecek şekilde ve yeteri kadar genişlikte olması gerekir. Askı destekler plastik borular için iyi bir çözüm değildir. Bazı boru üreticileri, standart destek aralıklarından farklı olarak daha sık aralıklarda olacak şekilde destek aralıkları isteyebilir ve buna uyulması gerekir. Hatta bazı durumlarda (Özellikle açıkta giden HDPE Boruları vb.), sarkmayı önlemek için sürekli destek (örneğin tava vb.) olacak şekilde uygulamalar gerekebilir.

Plastik boru hatları için destekler ve boru kelepçeleri genelde yanal tutma sağlamalı ve eksenel harekete izin vermelidir (ısıl genleşme ve büzülmeye bağlı olarak). Metal kelepçeler boruyu sıkıştırmayacak ölçüde olmalıdır. Tek vidalı kelepçelerdeki sabitleme vidaları havşa başlı olmalıdır.

Plastik borular için "Askı tipi" taşıyıcılar kullanıldığında, yanal boru hareketlerine engelleyemez ve doğrusal düzgün bir montaj sağlayamaz. Askılar özellikle iki yönde takviye edilmezlerse plastik boru askılaması için uygun değildir.

Ağır/endüstriyel boru hatları ile plastik boru hatları aynı boru taşıyıcıları ile kullanılmamalıdır.

Borunun esnekliğinden tam olarak yararlanabilmek için kelepçeleri boru yön değişikliklerine (dirsek) çok yakın yerleştirmeyin. Ancak dirseğe yakın kelepçe kullanmak gerekiyorsa, buna gelecek yükler hesaba katılmalıdır.

Minimum yarıçapa ilişkin üreticilerin tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Boru destek ve taşıyıcı aralıklarını etkileyen bazı faktörler şunlardır;

i) Boru çapı,
ii) Boru malzeme cinsi,
iii) Boru et kalınlığı (malzeme, fonksiyon ve basınç dayanım derecesine bağlı olarak)
iv) Boru içinde dolaşacak sıvının özgül ağırlığı. Özgül ağırlığın 1'den büyük veya daha düşük olduğu sıvılar için genel varsayım olarak özgül ağırlığın 1 (su) olacağı için ayarlamalar yapılması gerekebilir. Bu, iç boru sertliği ve sarkmaya karşı direnç nedeniyle genellikle metal boru hatlarıyla ilgili bir husus değildir.
v) Sıvının ve/veya ortamın sıcaklığı, ışınım sıcaklığına maruz kalma dâhil.

7.9. ULTRAVİYOLE IŞIK (UV)

Plastikler UV ışınına karşı savunmasız ve zayıf malzemelerdir. Bununla birlikte güvenlik açığı malzemeye ve stabilizasyon seviyesine göre değişir.

Binaların içindeki boruların pencereleri geçtiği yerler de dâhil olmak üzere tesisatın güneş ışığına karşı savunmasız olduğu düşünülürse, kaplamanın yapılması önerilir.

Boruların depolanma sırasında uzun süre UV ışınına maruz kalmasından da kaçınılmalıdır. Basit bir örtme sorunu çözer.

Koruyucu pigmentlerin azlığı nedeniyle, PE-X boruların genel olarak örtülmesi gerekir.

7.10. BORU VE BAĞLANTI PARÇALARININ UYUMLU OLMASI

Aynı plastik boru sistemi üzerinde bağlantı parçalarının ve boru malzemesinin aynı üretici ürünlerinden olması gerekli olup farklı marka ürünlerinden olan karışım şeklindeki montajlar risk yaratacaktır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda karışımlı uygulama durumunda basınç testi yaparak kullanım esas olmalıdır.

PVC ve ABS boru tesisatı ve armatürlerin hem metrik hem de inç sistemlerinde üretimleri mevcuttur. Bunun için uygun adaptörler kullanarak birinden diğerine geçişi mümkün olmaktadır.

Metal ve plastik boru parçaları aynı sistem hattı üzerinde kullanılması gereken yerlerde plastik- metal adaptörün lehimle birleştirilmiş boru parçalarından en az 0,5 m daha uzakta olmalıdır.

7.11. DİKKAT EDİLECEK BAZI KONULAR

a- Plastik boruların esnek yapıda olması nedeniyle titreşimden küçük hasar görme ihtimali düşüktür. Ancak basınç vuruşu ile aşırı su darbelerine karşı zayıf bir yapıdadır. Aşırı titreşime maruz kaldıklarında daha sert formlar mekanik yorulma ile çatlayabilir. Dolayısıyla tasarım aşamasında bu kriterler dikkatle değerlendirilmelidir.

b- Plastik borular, metal borulara nazaran daha narin ve hafifliklerinden dolayı hasarlanma ihtimali fazladır. Özellikle nakliye ve kullanım sırasında mekanik darbe ve çizilmelere karşın dikkatli ve özenli olmak gerekir. Olası yüzey çizikleri ve aşınmaları, birleştirme esnasında sorunlara neden olabilir. Borular, keskin olmayan düz yataklar üzerinde taşınmalıdır.

c- Düşük sıcaklıklarda bazı plastikler kırılgan hale gelir (özellikle PVC) ve hasar görmemesi için özel dikkat gösterilmelidir.

d- Borular keskin nesnelerden arındırılmış düz bir yüzeyde saklanmalıdır. Daha küçük borular daha büyük borular ile iç içe geçmiş olabilir.

e- Rulolar yanlarına maksimum 2 m yüksekliğe kadar veya yan destek kullanılarak dik olarak saklanabilir. Bobinleri sökerken yaralanma ve bükülmüş boru, çarpık veya gerginlik çekme olasılığını önlemek için üretici talimatlarına uymak gerekir.

f- Sıkıca yapılmış koruma, üreticisi tarafından sağlanan bağlantı elemanları kullanımına kadar kapalı olarak muhafaza edilmelidir. Tüm savunmasız bağlantı parçaları korunmalıdır. Örnek: dirsekler, O-ring, tutturma halkaları vs.

g- Plastiklerin düşük ısıl iletkenliği yalıtım değerini artırır. Bununla birlikte, yalıtım kalınlıkları detaylı bir hesaplama yapılmadan, metal boruya kıyasla azaltılmamalıdır.

h- Elektrikli ısıtıcı kabloları ile refakat ısıtma yapılması çok riskli bir uygulamadır. Aşırı ısınmalar sonucu plastik boruların hasarlanması ve sonucunda yarılması muhtemeldir. Isıtıcı kabloların yüksek yüzey sıcaklığı, bazı durumlarda, yerelleştirilmiş aşırı ısınmayı önlemek için boru donanımının bir iletkenle önceden sarılması gereklidir. Ayrıca kullanılacak "ısıtıcı kablo" tipinin, kendinden kontrollü (self regulated) tipte olması tek seçenektir.

i- Yüksek ortam sıcaklıklarındaki plastik boru hatları, bu sıcaklıklarda sıvı taşıyormuş gibi davranır. Sıcak ortamlarda boru tesisatının kullanımı, örneğin asma tavan boşluklarında geçen plastik borular dikkatle değerlendirilmelidir.

k- Mekanik cihaz birleştirmelerinde (pompalar vb.) titreşim veya hareket kaynaklarına bağlı plastik boru hatları hatalı montaj ihtimaline açıktır. Esnek olmasına rağmen plastiklerin birleşim yerinin mekanik güvenliği (sızdırmazlık), tüm metal birleştirmeler kadar yüksek değildir. Dolayısıyla, titreşim veya hareket eden mekanik cihaz birleştirmelerini zayıflatabilir. Ancak buna karşın füzyon (yapıştırıcı veya ısı) tipi birleştirmelerde bir sorun yoktur.

l- Pompalardan, kompresörlerden ve kazanlardan gelen ısı iletimi boru tesisatına ve bitişik birleştirmelere zarar verebilir. Geçici arızalar sonucu belirli bölgelerde, kısa süreli yüksek sıcaklık koşullarına neden olabileceğinden plastik borular normal olarak doğrudan soğutma bataryalarına, soğutuculara bağlanmamalıdır.

m- Plastik boru, emniyet basınç tahliye valflerine veya kombine ısı ve basınç tahliye supaplarına bağlanmamalıdır.

n- Kimyasal temizlik, dâhili veya harici olarak yapılacaksa, kimyasalları uygulamadan önce tedarikçi veya üreticiden edinilen kimyasal uyumluluk çizelgesine bakın.

o- Plastik boru üretim renkleri çoktur ve tanımlama işaretleri yoktur. Boruyu yanlış tanımlamak kolaydır ve montajcı alıp koyarken ayırmak ve işaretlemek için önlemler alınmalıdır.

7.12. GÖMÜLÜ BORU HATLARI ve YALITIM YAPILMASI

Tüm boru hatlarında olduğu gibi, plastik esaslı boru hatları da toprak altına veya kanal içine konulduğunda montaj yeri kolayca tanımlanabilir olmalıdır. Örtülü plastik boruların metal sistemlere göre tespit edilmesi daha zor

olduğu için belirli aralıklar ile metal etiketler, elektronik boru tespiti zorunlu olduğu durumlarda, çok katmanlı boru (alüminyum ara katmana sahip kompozit borular) tipleri dikkate alınmalı ve kullanılmalıdır.

Ayrıca kullanılan yalıtım malzemesiyle kullanılan plastik boru hattı ile uyumluluk açısından tüm yalıtımların değerlendirilmesi gerekir. Her biri boru hattı ve yalıtım malzemesi uygunsuzluğu, tesisat üzerinde arızalar oluşmasına neden olan, birbirleri ile bir kimyasal reaksiyona sahip olabilirler. Montaj sonrası bir dönemde geç aşamada yalıtımın herhangi bir parçasını değiştirirlerken bakım da yapılması gerekir. Bakım yapılamaması bu boru hattı arızalarının tekrarlanmasının ortak bir nedenidir.

Çift cidarlı borularda montaj ve sabitleme noktalarına daha fazla itina gerekir. Monte edilen zemin eğimine bağlı olarak düşük seviyelerde drenaj yüksek seviyelerde vakum kırıcı tesisat eklemek zorunda kalınabilir. Topraklama, eş potansiyel ve kaçak kontrol sistemleri ayrıca anlatılacaktır.

Dış yalıtım uygulaması plastiğin özgün özelliklerine uygun olmalıdır.

Plastiklerin uygunluğuna ilişkin bir soru da oksijen geçirgenliğidir. Metalik boru işleri ile paylaşılmayan bu geçirgenlik, çelik bileşenlerle korozyon problemlerine neden olabilir.

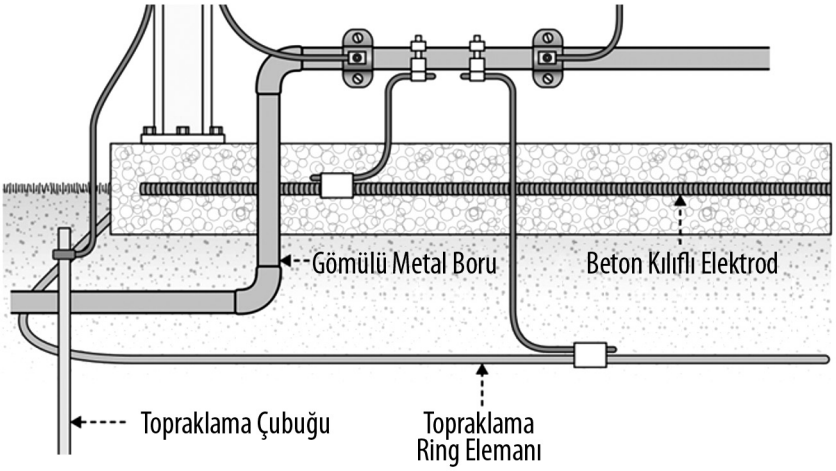
Soğutma ve ısıtma sistemleri için kullanılan PEX boruları oksijen geçirgenlik bariyerine sahip olmalı ve kesinlikle bariyersiz borular kullanılmamalıdır. Her ikisinin de sahada bulunabileceği uygun boruyu belirlemeye özen gösterilmelidir. Borunun yapısına bağlı olarak imalatçı tarafından onaylanmamış armatürlerin kullanılması bariyerde süreksizlik üretebilir.

KISIM 8. BORU TESİSAT ve MONTAJI İÇİN GENEL GEREKLİLİKLER

8.1. TOPRAKLAMA VE EŞ POTANSİYEL TESİSATI (Grounding and Bonding)

Anglo-Sakson topluluklarda her türlü yeraltı-gömülü, mekanik-cihaz merkez odaları ile ve galeri içi ile bina içi tesisat sistem boruları için topraklama ve eş potansiyel koruma zorunludur.

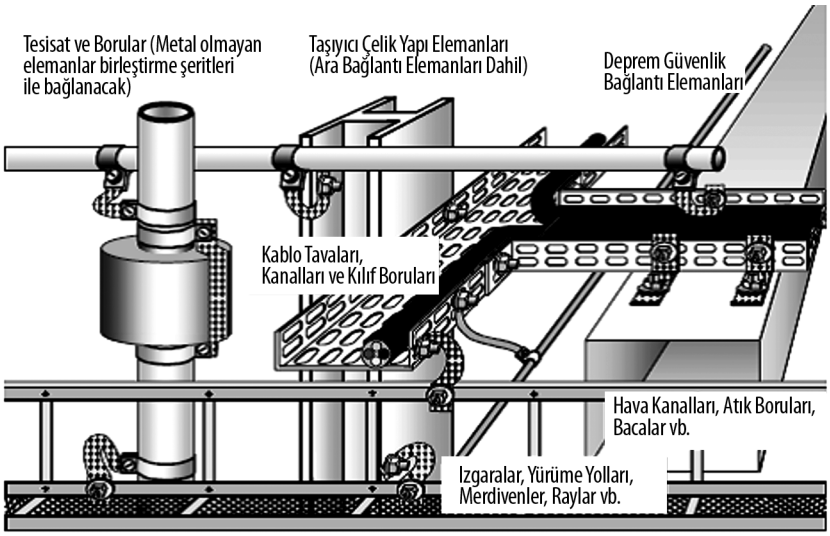
Not: Günümüz çalışma ortamlarında gerek patlamadan korunma gerekse insan sağlığı ve emniyeti gereği, her türlü elektrikli ekipmanlar ile metal ve içerisinde herhangi bir akışkan geçen boru tesisatı IEC-IECEE https://www.iec.ch/affiliates/?ref=menu (Türkiye'nin de içinde bulunduğu elektrik organizasyonu), NEC (Amerikan Elektrik Standartları), CEN-CENELEC-ETSI (Avrupa'da uygulanan Standartlar EN kodu altında birleştiriliyor) standartlarının içerisinde yer almaktadır. Henüz bazı ülkelerde yaptırım konusu süre içermekteyse de önümüzdeki yıllarda zorunlu hale gelecektir.



Resim 8.1 *Tipik Topraklama Şekli*

Çıplak veya kaplamalı metalik yeraltı boruları için özellikle KATODİK KORUMA yer üstüne çıktığı noktalarda ise izolasyon flanş kullanılır. Bina veya galeri içinde kullanılan metalik borular için eğer boru iletkenlik sürekliliği contalı flanş, contalı kaplin veya kauçuk titreşim yutucu gibi elemanlar ile kopukluğa uğradığı durumlarda veya çoklu boru tesisatının üzerinden geçtiği boru destek sistemlerinde gerek akışkanın yarattığı sürtünme ile oluşan statik elektrik gerekse kayar geçer destek elemanlarının ürettiği statik elektrik potansiyel farkları veya soğutma tesisat borularında termal yoğuşma nedeni ile oluşan farklar tesisat üzerinde bakım yapan personel için tehlike oluşturur, boru tesisatı için de elektrik alışverişinden dolayı hızla malzemelerde yaşlanmaya bağlı paslanma olur. Ayrıca tesisat borularının üzerinde bulunan her türlü elektrik kullanan ekipmanlarda elektrik kaçağı veya elektrikli ısıtma tesisatı vs. gibi üzerinden oluşan voltaj farkları ile elektrik akım toprak hattına boşaltılır. Özellikle soğuk iklim bölgelerindeki metalik boru tesisatı veya bağıl nemin %30 altında olduğu iklim bölgeleri statik elektrik çarpılmalarına çokça neden olur.

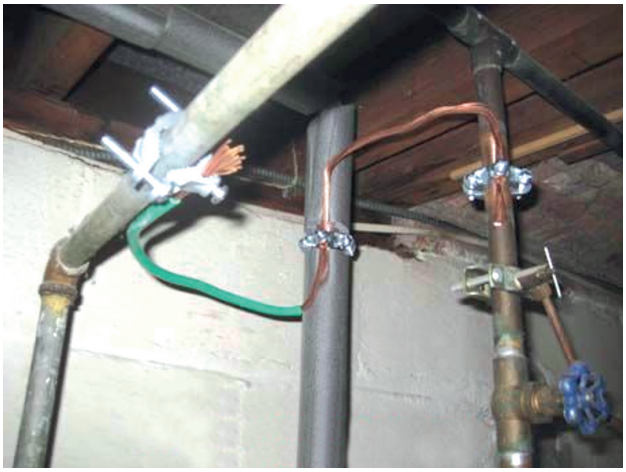
Binaya giriş noktasına gelen tüm metalik hizmetler, yani gaz, su, yağ vb., BS 7671'e (IEE Kablolama Yönetmelikleri) ve Yasal Elektrik Sağlayıcısının şartlarına uygun temel topraklama (Grounding) ve tesisat, ayrıca boru elemanları ve cihazlar ile birleşme noktalarında kullanılan conta, adaptör veya farklı malzemeler nedeni ile oluşan sürekliliği sağlamak için eş potansiyel (bonding) bağlantısına sahip olmalıdır.



Resim 8.2 *Tipik Boru ve Elektrik Tava Eş potansiyel Bağlantı Şekli*

Metalik borulu, soğutma sistemleri ile ilgili olarak, eşzamanlı olarak erişilebilen, iletken olmayan parçalar varsa, BS 7671'e göre eş potansiyel bağlanma gerekli olabilir. Boru tesisatının, elektriksel toprak sürekliliği için ana topraklama barasına geri dönmek için metalden metale doğru ve emniyetli temas sağlamak üzere monte edilmesini sağlamak için, soğutma tesisat boru sistemlerine özel dikkat gösterilmelidir.

Boru tesisatının veya bağlantı parçalarının bağlantı veya sökülmesini gerektiren herhangi bir çalışma sırasında, geçici bir iletken süreklilik için kablo ile irtibatlanmalıdır. Bu, çalışmaya başlamadan önce geçici olarak kablo monte edilmelidir ve yalnızca boru sisteminin eş potansiyel iletken sürekliliği yeniden kurulduktan sonra geçici iletken kablo çıkarılmalıdır.



Resim 8.3 *Tipik Geçici Eş Potansiyel Bağlantı Görüntüsü*

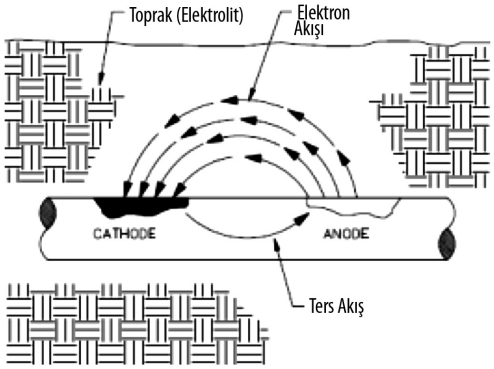
Doğal Gaz Tesisatı Topraklama

Doğal gaz tesisatı ve kazanlar, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre topraklaması yapılan binanın elektrik tesisatının topraklama hattı ile irtibatlandırılmalıdır. Bunun sağlanamadığı durumlarda topraklama en az 16 mm çapında ve 1,5 m uzunlukta som bakır çubuk elektrotlar, en az 20 mm çapında ve 1,25 m uzunluğunda som bakır çubuk elektrotlar, 0,5 m² ve 2 mm kalınlığında bakır levha ile yapılmalıdır. Bakır elektrotlar veya levhalar toprak içinde düşey olarak bütünüyle yerleştirilmeli ve en az 16 mm² çok telli (örgülü) bakır kablo ve iletken pabuç kullanılarak veya kaynak ile doğal gaz tesisatına izolasyon mafsalının çıkışına irtibatlandırılmalıdır.

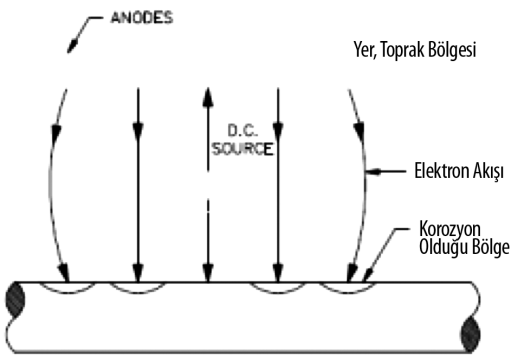
8.2. KATODİK KORUMA TESİSATI

Tüm gömülü demir, çelik ve metal borulu tesisat ister kaplamalı isterse çift cidarlı olsun katodik koruma yapılmalıdır. Toprağın cinsine bağlı olarak toprak elektrik direnç değeri 500 Ω ve altında boru ve metal malzemelerde çok yüksek oranda korozyon oluşur. Aşağıda toprak iletkenlik ve korozyon riski ile ilgili Türk standartları listesi bulunmaktadır. Herhangi bir gömülü boru katodik koruma yapılması için mutlaka proje yapılması ve toprak iletkenliğinin belirlenmesi gerekir. Korozyon, çeşitleri etkileri ve korunma yöntemleri detaylı olarak madde 8.9. Boru ve Bağlantı Elemanları Korunması Korozyon Başlığı altında anlatılmaktadır.

Toprak Elektrik Direnç Değeri	**Potansiyel Korozyona Uğrama İhtimali**
<500Ω	Çok Korozif Ortam Mutlak Paslanma Olur
500Ω-2000 Ω	Korozif Ortam Paslanma Olur
2000Ω-5000 Ω	Ortalama Korozif Uzun Sürede Paslanma
5000Ω-10000 Ω	Hafif Korozif Ortam Çok Uzun Sürede Paslanma
>10000Ω	Korozif Ortam Yok Paslanma Olmaz
Karbon Çelik Elektrik Akım İhtiyacı	
Ortam Koşulları	**Akım Yoğunluğu Ma/Ft2**
Deniz Suyu Dalgalı	5-35
Durağan Deniz Suyu	3-5
Toprağa Gömülü Çıplak Boru	1-3
Toprağa Gömülü Kaplamalı Boru	0.1 - 0.3 (UZUN ZAMAN)



Şekil 8.4 *Tipik Elektron Hareketi*



Şekil 8.5 *Tipik Katodik Koruma Şeması*

İlgili TS Norm ve Standartlar

TS EN 12954 Yer Altı Çelik Boru Hatlarının Katodik Korunma Kuralları

TS EN 10025-4 Sıcak Haddelenmiş Yapı Çelikleri

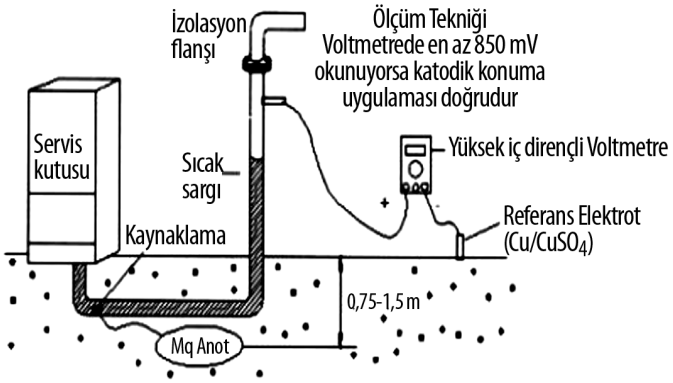
TS 9234 Katodik Koruma – Galvanik Anotlar

TS 4363 Doğal Zeminlerin Elektrik Özgül Dirençlerinin Wenner Dört Uçlu Elektrot Yöntemi ile Tayini

NACE RP 0169 Toprak veya Su Altındaki Metal Boru Sistemlerinin Harici Korozyonunun Kontrolü

Doğalgaz Sistemleri için Korozyon Koruması

Toprak altında kalan çelik boru hatları için TS 5141 EN 12954'e uygun usul ve magnezyum anotlar ile katodik koruma yapılmalıdır. Magnezyum anotlar ile boru tesisatı arasındaki yatay mesafe olanaklı ise bağlantı kablosu izin verdiği kadar fazla olmalıdır. (Şekil 8-6)



Şekil 8.6 *Katodik Koruma Uygulama ve Ölçüm Şeması*

PE kaplı borularda ortalama 20 yıl katodik koruma ömrü için uygun anot boyutları, boru çapı ve metrajına göre Tablo 8.1'de verilmiştir.

Tablo 8.1 Katodik Koruma Anot Boyutları

Boru Çapı	Anot Boyu				
	2 lb	**3,5 lb**	**6,5 lb**	**11 lb**	**17 lb**
	0,907 kg	**1,588 kg**	**2,948 kg**	**4,989 kg**	**7,711 kg**
DN 25	150 m	260 m	480 m	760 m	1270 m
DN 32	110 m	190 m	380 m	600 m	1000 m
DN 40	85 m	160 m	300 m	480 m	800 m
DN 50	70 m	130 m	240 m	380 m	640 m
DN 65	55 m	100 m	190 m	290 m	490 m
DN 80	45 m	80 m	150 m	240 m	400 m
DN 100	40 m	70 m	120 m	190 m	320 m
DN 125	30 m	50 m	100 m	155 m	250 m
DN 150	25 m	40 m	80 m	130 m	210 m

8.3. GALVANİK REAKSİYON

Yukarıdaki kısımlarda anlatıldığı üzere tesisat boru malzemelerinde paslanmayı hızlandıran diğer bir mekanizma da farklı malzemelerin birbirlerine göre elektron ve voltaj seviyeleridir. Aşağıdaki ilk tablo tuzlu suya göre malzemelerin literatürde Soy Metal Katot (Noble) olarak tarif edilen metallerin daha Düşük Soy Metal Anot (less noble) malzemeler ile direkt temaslarında anot malzemelerden katot malzemelere doğru elektron akmaya başlar, bu da anot malzemenin erimesine, paslanmasına sebep olur. İlk tablo deniz suyuna göre malzemelerin dizilimini ikinci tablo ise metallerin birbirlerine göre reaksiyon seviyelerini göstermektedir.

Liste daha aktif (Anodik) metal ile başlar ve galvanik serinin en az aktif (katodik) metal aşağı ilerler. Bir "galvanik serisi" belirli bir elektrolit çözeltisi için geçerlidir; bu nedenle gerçek kullanım için karşılaşılan beklenen her özel çözüm için, farklı bir sıra veya seri ortaya çıkacaktır. Deniz suyu galvanik serisi bilinen en eksiksiz seridir.

Galvanik seri ilişkileri, birleşim edilecek metallerin seçiminde bir rehber olarak yararlıdır, galvanik etkileşime en az eğilimi olan metallerin seçimine yardımcı olur veya beklenen potansiyel etkileşimleri hafifletmek için uygulanacak korumanın gerek veya derecesini gösterir.

Genellikle, bir metal seride diğerine ne kadar yakınsa, o kadar uyumlu olur, yani galvanik etkileri çok az olacaktır. Tersine, bir metal diğerinden ne kadar uzaksa, korozyon da o kadar büyük olur.

Grafitin tablonun alt kısmında olduğuna dikkat ediniz. Eğer magnezyum küçük bir parça üzerine grafit büyük bir parça koyarsanız korozyon potansiyelini düşününüz.

Galvanik bir çift olarak, serinin metal yüksek anodu temsil eder ve çevrede tercihen aşındırma olacaktır.

Metalik Olmayan Malzemeler

Gerçek metaller dışındaki malzemeler, yani metalik olmayan malzemeler, aksi yönde destekleyici bir kanıt olmadığı sürece metalik malzeme olarak düşünülmelidir. Eğer bu maddeler aslında aşındırıcı maddelerden (tuzlar) ve asit veya alkali maddelerden (nötr pH) arınıyorsa, karbon veya metalik partiküllerden arınıyorsa, biyo-bozunmaya maruz kalmıyorsa veya mantar büyümesini desteklemeyecekse ve suyu emmiyor veya fitil etmiyorsa, bunlar metallere katılmaya uygun olmayan metalik malzeme olarak kabul edilebilir.

Metalik olmayan olarak sınıflanmış birçok malzeme, birleştikleri metallerin korozyonunu başlatacaktır, örneğin selülozik takviyeli plastikler, karbon veya metal yüklü reçine malzemeler, asbest-çimento kompozitleridir.

Koruma Türleri

Galvanik serilerde yaygın olarak ayrılan metaller birbirlerine temastan korunmalıdır. Temastan kaçınmak için uygun önlemler alınmalıdır. Bu işlem çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir:

1. Harcanacak Malzeme: Katodik malzemeye uygulayarak, anodik malzeme özelliğine benzer veya yakın bir potansiyele sahip bir harcanacak kaplama yapmak. Eğer bir harcanacak malzeme öğesi için tasarlıyorsanız, harcanacak malzeme öğesi anodik tarafından ve daha küçük olmalıdır. Alüminyum 2024-T4 (No. 25) plakalı çelik cıvatalarda (No. 81) kadmiyum plakası (No. 10) alüminyumu aşındırmak yerine kadmiyumdan ödün verecektir. Bu, kadmiyum plakası sağlam olan yeni cıvataları kullanmanın bir nedenidir. (Titanyum (No. 82-88) ile kadmiyum plaka kullanmayın.)
2. Sızdırmazlık: Birleşim temas eden yüzeyleri su geçirmez olduğundan emin olmak için sızdırmazlık macunu vb. kullanın.
3. Direnç: Malzemeleri doğru nitelikte boyama veya elektrik devresinin direncini artırmak için tüm yüzeyleri kaplama yapılması. (Burada adı geçen çıplak yüzeylerde astar ve dolgu malzemeleri için daha fazla seçeneği bulunmaktadır. Mutlaka doğru malzeme için tasarım ve keşif listesi yapılmalıdır)

Alan Kuralı

Korozyonu önlemek için, katodik alana göre küçük bir anot alanından kaçının.

Sonuç I- Büyük Anot Alanı kullanın.

Sonuç II- Göreceli anot alanı ne kadar büyükse, anottaki galvanik akım yoğunluğu da o kadar azdır.

Sonuç III- Galvanik korozyon miktarı Katot / Anot alan oranı ile orantılı olarak kabul edilebilir.

Sonuç IV- Küçük Katodik / Anodik Oran için tasarım.

Sonuç V- Küçük bağlantı elemanları ve cıvatalar için aynı metal veya daha asil (katodik, tabloda daha yüksek sayı) metaller kullanılmalıdır.

Tablo 8.2 Tuzlu Suda Çeşitli Malzemeler için Tipik Galvanik Durum

Çok Aktif (Anodik)

1. Magnezyum
2. Mg alaşımlı AZ-31B
3. Mg alaşımlı HK-31A
4. Çinko (sıcak daldırma, döküm veya kaplama)
5. Berilyum (sıcak preslenmiş)
6. Al 7072 7075 üzerinde kaplı
7. Al 2014-T3
8. Al 1160-H14
9. El 7079-T6
10. **Kadmiyum (kaplamalı)**
11. Uranyum
12. Al 218 (döküm)
13. Al 5052-0
14. El 5052-H12
15. El 5456-0, H353
16. El 5052-H32
17. Al 1100-0
18. Al 3003-H25
19. **Al 6061-T6**
20. Al A360 (döküm)
21. El 7075-T6
22. Al 6061-0
23. İndiyum
24. Al 2014-0
25. **Al 2024-T4**
26. El 5052-H16
27. Tin (kaplamalı)
28. Paslanmaz çelik 430 (aktif)
29. Kurşun
30. Çelik 1010
31. Demir (dökme)
32. Paslanmaz çelik 410 (aktif)
33. **Bakır (kaplamalı, döküm veya dövme)**
34. Nikel (kaplamalı)
35. Krom (Kaplamalı)
36. Tantal
37. AM350 (etkin)
38. Paslanmaz çelik 310 (aktif)
39. Paslanmaz çelik 301 (aktif)
40. Paslanmaz çelik 304 (aktif)
41. Paslanmaz çelik 430 (aktif)
42. Paslanmaz çelik 410 (aktif)
43. Paslanmaz çelik 17-7PH (aktif)
44. Tungs -ten
45. Niyobyum (kolombiyum) %1 Zr
46. Pirinç, Sarı, 268
47. Uranyum %8 Mo.
48. Pirinç, Deniz, 464
49. Sarı Pirinç
50. Muntz Metal 280
51. Pirinç (kaplamalı)
52. Nikel-gümüş (%18 Ni)
53. Paslanmaz çelik 316L (aktif)
54. Bronz 220
55. Bakır 110
56. Kırmızı Pirinç
57. Paslanmaz çelik 347 (aktif)
58. Molibden, Ticari saf
59. Bakır-nikel 715
60. Amirallik pirinç
61. Paslanmaz çelik 202 (aktif)
62. Bronz, Fosfor 534 (B-1)
63. Monel 400
64. Paslanmaz çelik 201 (aktif)
65. Marangoz 20 (aktif)
66. Paslanmaz çelik 321 (aktif)
67. Paslanmaz çelik 316 (aktif)
68. Paslanmaz çelik 309 (aktif)
69. Paslanmaz çelik 17-7PH (pasif)
70. Silikon Bronz 655
71. Paslanmaz çelik 304 (pasif)
72. Paslanmaz çelik 301 (pasif)
73. Paslanmaz çelik 321 (pasif)
74. Paslanmaz çelik 201 (pasif)
75. Paslanmaz çelik 286 (pasif)
76. Paslanmaz çelik 316L (pasif)
77. AM355 (etkin)
78. Paslanmaz çelik 202 (pasif)
79. Marangoz 20 (pasif)
80. AM355 (pasif)
81. A286 (pasif)
82. Titanyum 5A1, 2.5 Sn
83. Titanyum 13V, 11Cr, 3Al (annelik)
84. Titanyum 6Al, 4V (çözelti tedavi ve yaşlı)
85. Titanyum 6Al, 4V (anneal)
86. Titanyum 8Mn
87. Titanyum 13V, 11Cr 3Al (çözelti ısıl işlem görmüş ve yaşlı)
88. Titanyum 75A
89. AM350 (pasif)
90. Gümüş
91. Altın
92. Grafit

SOY Metal (Az Aktif-Katodik)

Not: Referans Army Missile Command Report RS-TR-67-11, "Practical Galvanic Series."

8.4. SIZINTI KONTROL TESİSATI (Leak Detection)

Kimyasal, toksin, çevre kirleten akışkan transfer edilen çift cidarlı boru tesisatı, kaplamalı metalik yeraltı boru tesisatı, doğalgaz, sıvı yakıt tesisat sistemleri niteliğine göre 3 tip sızıntı kontrol sistemlerinden biri ile kontrol yapılır.

1- Kablo sızıntı kontrolü (kaplamalı boru veya çift cidarlı borulu sistemlerde kablo boru boyunca arada kalır, sızıntının noktasal yeri belirlenir.)

2- Duyarga eleman kontrolü (kaplamalı boru veya çift cidarlı borulu veya gözle izlemeli sistemlerde duyarga toplanma ceplerinde bulunur, sızıntının yeri kısım olarak belirlenir.)

3- Açıkta gözle izleme (tüm boru tesisatında gözle izlemeli sistemlerde sızıntını bir kanala ve toplama cebine akması için toplama haznesi bulunur, sızıntının yeri kısım olarak belirlenir.)

Ayrıca yukarıda belirtilen tesisat türleri dışında isale hatları, atık ve temiz su pompa istasyonlarında sızıntı kontrol sistemleri olmalı ve mutlaka elektronik izleme monitörleri ve kontrol ünitesi vasıtası ile takip edilir olmalıdır.

8.5. BORU TESİSAT HAVA TAHLİYESİ

Boru tesisatının ilk doldurulması veya kısmi boşaltma ve tekrar doldurma ile veya boru tesisatının içerisindeki akışkanın ısınıp soğuması esnasında tesisat en üst noktalarında veya aşağı doğru inen noktalarının üst kısımlarında

hava cepleri oluşur. Bu hava ceplerinde toplanan hava tesisat içerisinden boşaltılması gerekir. Dolum esnasında sıkışmış hava birikimi ile hava ceplerini en aza indirgemek için boru tesisatının hacim içerisinde izin verdiği yerlerde, dikey kolonlarda akışkanın akış ve dönüş yönlerine dikkat ederek hava tahliye noktaları konulmalıdır.

Sıhhi tesisat için (açık devre) ana şebekedeki en yüksek tesisat noktalarında 15 mm'den daha büyük hava tahliye bağlantısı, en az ana boru boyutunda hava şişelerine (hava tüpü), kolonlarda, 25 mm'den daha az çaplı şişelerde, kolon yukarısına veya aşağı inişlerde başlangıç noktasına hava tüpü konulacaktır. Hava şişeleri (tüpü) 2 boru çapından uzun veya 150 mm'den küçük olmamalıdır.

Soğutma/Isıtma tesisatı için (Kapalı devre), 15 mm kol ayrımının ayrı hava tahliye noktalarına ihtiyaç duyulmayacağı, ancak ilk doldurma ve boşaltma işleminden sonra boşaltma işlemlerinin yapılmasına yardımcı olacak şekilde entegre tesisat kolektör ve boru tesisat en üst noktaya hava tüpü ve hava tahliye vanaları konulacaktır.

Otomatik hava ayırıcıları, çizimler üzerinde tanımlandığı gibi, düzenli erişim için zor olan yüksek noktalarda takılabilir. Otomatik boru üzerine takılan hava ayırıcıların drenaj bağlantı boruları kontrol edilebilir, yer seviyeye kadar getirilmelidir.

Havanın tahliyesine yardımcı olmak için, ana boru hatları üzerine konulan kapalı devre sistemlerde kullanılan mekanik hava ayırıcı cihazların montajı için, tesisat çalışma basınç ve sıcaklıklarına uygun olmasına dikkat edilmelidir.

Üretici Linki: http://www.univalcom.tr/tr/urun/r850

8.6. BORU TESİSATI BOŞALTMA (DRENAJ)

Boru tesisatı için temizlik veya başka sebeplerle boşaltma noktaları ve kir ve tortunun toplandığı cepler, kolonların altında ve gerektiğinde diğer en düşük noktalarda sağlanacaktır.

Şebeke ve kolonların alt noktalarından suyun boşaltılması, en düşük noktada, drenaj borusu ucunda bir adet küresel vana ve kilitli sürgülü (gate) vana kullanılarak yapılacaktır. Eğer iki vana kullanılmak istenmiyorsa vana sonrası kör tapa konularak hata ve ihmal sonucu tesisatta boşaltma riski engellenmelidir. Drenaj borusu ucuna hortum takılarak uygun bir noktaya drenaj yapılması sağlanmalıdır. Boşaltma boru çapı ve kullanılacak vana setleri kolon çaplarına göre, 25 mm'den daha az cepler için 15 mm, daha büyük çaplardaki boru tesisatı için daha büyük boşaltma vana ve drenaj boruları belirlenir. Tahliye muslukları, hangisi ana ebada en yakınsa, 15 mm, 20 mm veya 25 mm olacaktır.

Soğutma/Isıtma tesisatında en alt kol ayrımındaki düşük noktaların boşaltılması, branşman çap ve toplam su hacmi değerlendirilerek genelde 15-25 mm drenaj musluklarıyla yapılır.

Tesisat sistemlerinin niteliği, çalışma basınç ve sıcaklığı, akışkanın cinsi drenaj boşaltma sistemlerinin de yapım kurallarını belirler. Cihaz drenaj sifonları, soğutma bataryalarından çıkan yoğuşma tahliyesi için normal olarak gereklidir ve bu tahliye süreçlerinde drenaj suyu içerisindeki korozif niteliğinden dolayı çevreye uygun nitelikte ya yağmur hatlarına ya da uygun su kalitesine getirildikten sonra atık su sistemine tahliye edilir. Sifonlar, üst ve alt ters konumda dolum tapaları ve drenaj tapaları gerektirir ve servis edilen fabrikada baskın bir basınç altında bir yük tutacak şekilde boyutlandırılmalıdır, alternatif olarak şamandıralı cihazlara sahip tescilli sifonlar uygun olabilir.

Boruların drenajları boru iç temizliği ve kimyasal işlem sonrası yıkama yapılabilmesi için bazen basınç altında boşaltılır (flush), basınç altında boşaltma yapılan yerlerdeki vanaların ve drenaj bağlantılarının insan sağlık ve emniyet kurallarına göre sorun oluşturmaması ve tehlike yaratmaması için uygun şekilde düzenlenmesi gerekir. Ayrıca bu işlemler için atık kontrolü da önemlidir.

8.7. BORU ISIL (TERMAL) UZAMA VE KISALMA

Boru tesisatı daha monte edilirken dış ortam sıcaklığına bağlı olarak, sıcaklık ve nem farkları nedeniyle termal uzama ve kısalmaya neden olmaktadır, montaj sonrası gerek devreye alma süreçlerinde gerekse işletme şartlarında ise çalışma sıcaklığına bağlı olarak termal uzama ve kısalma olur. Özellikle havadaki nem miktarı, boru temizliği, boyanması, izole edilmesi ve kaynak işlemleri sırasında özel dikkat edilmesi gereken bir konudur. Yüksek

sıcaklıklarda çalışacak kızgın su, buhar tesisatında kaynak bölgesinin ısıtılması bile kullanılmakta olan yöntemdir. Ayrıca plastik borular kısmında sıcaklık karşısında boru uzama miktarı ve boruların, bağlantı elemanlarının, cihazlar ile bağlantı noktaları üzerinde hatırı sayılır miktarda oluşan stresler boru destek elemanları ve sistemleri ile çözümlenebilir ve dikkat edilerek yapılması gerekir.

Boruların termal genleşmesi (uzaması) ve kısalması izin verecek tolerans, boru hattı gerilmelerini sınırlamak, kontrollü boru hareketini sağlamak ve ekipmanlara ve binaya uygulanan kuvvetlerin yapım ve karakteristikleriyle uyumlu olmasını sağlamak için yeterince yapılır.

Genellikle genleşme ve büzülme hareketi, doğal esneklik ve boru hattının serbest desteği ile barındırılmalıdır ve lokal stres yoğunlaşmalarını önlemek için sabitleme yerlerine özen gösterilmelidir. Genişleme ve daralma için ilgili tesisat bölümleri ve kullanılan boru cinsleri kısımlarına bakın.

Daha detaylı hesap ve bilgi için EK1'e bakınız.

Üretici Linki: http://www.kayse.com.tr

8.8. KOÇ DARBESİ (SURGE PRESSURE)

Koç darbesi genellikle uzun olan boru hatlarında herhangi bir akışkanın taşınması sırasında aniden akış hızının değişmesi ile oluşur. Eğer devre üzerindeki herhangi bir vana aniden kapatılırsa, akışkanın ileri doğru gidişteki tüm enerjisi vananın geri tarafında sıkışmaya ve basıncın yükselmesine neden olur. Vananın ileri tarafında ise ileri devam eden akışkan ile vana arasında negatif basınç (vakum) akış yönünü ters çevirerek vakum olan kısma doğru geri hareket eder ve bu basınç dalgalanması yeterince büyük olduğunda vana -hatta boru da- zarar görebilir.

En yüksek koç darbesi çoklu pompa istasyonlarında, elektrik kesilmesi ile aniden pompaların durması neticesi oluşur. Basınç ve hız noktasal olarak değil aşağı yukarı dalgalanma ile dalga basıcı üretme hızı düzgün olamayan akışkan davranışlarını boru ve akışkanın bulunduğu fiziksel sınırlar içerisinde dalgalanma rezonans frekansına doğru taşır. Bu basınç dalgalanması ve oluşan basınç, boru sistemi üzerinde ağır yüklere sebep olur. Tesisat içerisinde aynı zaman da oluşan negatif basınç buharlaşma basınç seviyesine ulaştığında kavitasyon iki fazlı akışkan birbirlerinden farklı davranarak hız farklılıkları ile daha yüksek basınç farkı oluşturur ve sönümlenene kadar böyle devam eder.

Boru Tesisat Yeri ve Malzemesi için Maksimum İzin Verilen Negatif Basınç

- Plastik esaslı malzemeler ve cam elyaflı borular için Maksimum 0.2 Bar
- Kaynaklı çelik borular için ise ortalama 0.4 Bar (mutlak basınç) (Vakum basıncı 0.6 Bar) değeri boru et kalınlığı veya devam eden borunun cinsine bağlı olarak kabul edilir.

Tesisat içerisindeki basınç asla negatif (vakum) olmamalıdır.

Maksimum basınç değişimi

$\Delta p = \rho \cdot a \cdot \Delta v$

Δp : Basınç Değişimi Bar
ρ : Su Yoğunluğu kg/m^3
a : Dalga Basıncı Oluşturma Hızı m/s
Δv : Akış Hızındaki Değişiklik m/s

$$\Delta H_{maks} = \frac{a}{g} \cdot V_0$$

ΔH_{maks} : Maksimum Basınç Değişimi m
g : Yerçekimi İvmesi in m/s^2
V_0 : Doğal Akış Hızı m/s

Maksimum basınç değişimi (ΔH_{max}) akışkan hızının (v_0) tam değişmesi zamanın (t_s) fonksiyonu olarak olur.

$$t_s \gg t_r = 2 \cdot \frac{L}{a}$$

t_r : Yansıma zamanı
L : Yansıma oluşturan noktaya ve bozulma noktasına olan mesafe
a : Dalga basıncı oluşturma hızı m/s

Eğer (t_s) hız değişim zamanı, yansıma zaman (t_r) den büyük ise, o zaman maksimum basınç değişimi (ΔH), v_0 hızında, hesaplar için yansıma zaman (t_r) kullanılmalıdır. Doğru ilişki maksimum basınç değişimi (δh)'inde problem olmaması için (t_s) hız değişim zamanı yansıma zaman (t_r)'den çok büyük olduğunda maksimum basınç değişimi (δh) daha küçük olmaktadır. Aralarındaki oran 5'e 1 oranından az olmamalıdır.

Bu oranı sağlamak için geriye yapılacak iki durum kalıyor:

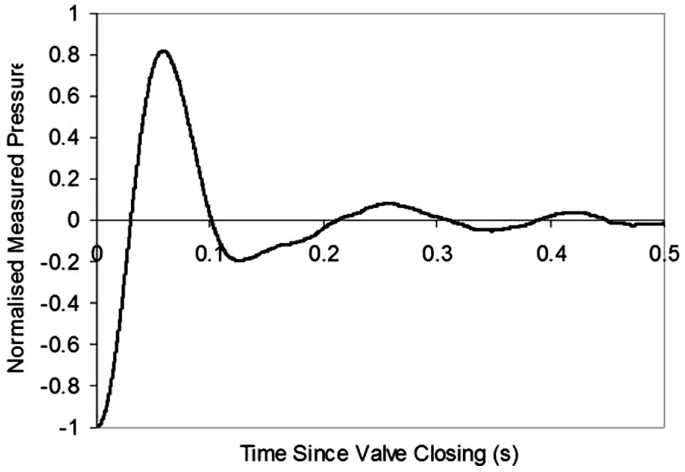
ts değeri kabulünden sonra t_r değeri küçültülmelidir.

1. Boru uzunluğunu olabildiği ölçüde kısa tutmak
2. Uzun boru tesisatı için yansıma noktasını en yakına çekmek Örnek: surge tank veya en üst noktaya konulan genleşme tankı, orta ve en yüksek seviyelerde uzun kapalı hava cep için kısa boru bağlantısı yapmak, en üst noktada havalık koymak veya boru hattı başlangıç noktasına yakın bölgede koç darbesi emici koymak (surge arrestor).

t_r değeri kabulünden sonra t_s değeri büyütülmedir.

- Doğru vana kapatma süresi sağlanmalı, (vana volan tip ve çeşitleri süre tayini için önemlidir)
- Enerji kesildikten sonra pompa çalışma süresi uzatılmalı. Örnek: Frekans değiştirici ile pompa kalkış ve duruş zamanlarında debi düşürülmeli, pompa kaplin büyütülerek atalet momentinden kütlesi etkisinden faydalanılmalı (flywheel mass).
- Akışkanlık sürdürülmeli. Örnek: Membranlı genleşme tankı, boru hava cebi, tek yönlü surge tankı.
- Aniden yığılan akışkan debisi boşaltılmalıdır. Örnek: Fazladan çıkışlar yapılmalı, emniyet vanası, baypas.

Joukowsky'nin denklemine göre, düşük basınç Δp değişimi akışkan hızında düşük hız (Δv) değişimi ve dalga basıncı oluşturma hızı (a) da düşük kalır. Bu uygulama düşük yoğunluklu akışkanlarda düşük akış hızı ve ses hızı sağlamak için büyük çaplı boru kullanmakla çözülür.



Şekil 8-7 *Vana Kapatma Süresi için Basınç Dalgalanması*

8.9. BORU TESİSAT VE BAĞLANTI ELEMANLARI KORUMA

8.9.1. Fiziksel Koruma

Boru ve bağlantı elemanları gerek imalatçıdan temin sırasında araca yükleme boşaltma sürecinde gerekse sahada depolama ve yatay-dikey taşıma süreçlerinde zarar görmesi muhtemeldir. Ayrıca montaj sonrası yerinde de boru tesisatının korunmasına dikkat edilmelidir. Özellikle yine plastik esaslı boruların depolama esnasında fiziksel sarkma (creep) ve kalıcı deformasyona izin vermeyecek şekilde destekli olarak yerleştirmelidir.

Toprak kanallarındaki taşkınlara maruz kalan gömülü boru hattı tesisatına veya boru tesisatına koruma, fiili iş ve koşullara göre ayrı ayrı belirtilmesi gerekir.

8.9.2. Korozyon Koruma

Yukarıda metal borular için galvanik reaksiyon ve tuzlu suya göre soy metal sıralamasında görüleceği üzere demir içeren borular, tesisatının ortam havası nem ve sıcaklığına veya nemli depolama koşullarında bulunduğu durumlarda hızla paslanmaya başlar, paslanmayı önlemek için normalde uygun bir koruyucu boya (antipas) uygulanmalıdır. Herhangi bir tesisat renk koduna göre boyamadan önce uygulanan boyaya uygun bir astar katına da ihtiyaç duyulacaktır. Aşağıda korozyon ve işleme mekanizması, çeşitleri, korunma yöntemleri detaylı olarak anlatılmıştır.

Korozyon Ortamı

Korozyona neden olacak birtakım iyonik bileşikler (Klorür iyonu, H_2S ve NaOH) olmasına rağmen, gıda endüstrisinde korozyona neden olabilecek bileşik her zaman klorür iyonudur. pH da bir rol oynar ve genel olarak, pH ne kadar düşük olursa gerilmeli korozyon çatlaması (SCC) eğilimi de o kadar yüksek olur. Genellikle bu tip bir hasar için 60 °C'yi (140 °F) aşan bir sıcaklığa ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Korozyona Duyarlı Malzeme

Klorürden kaynaklanan gerilmeli korozyon çatlamasına (SCC) karşı göreceli direnç paslanmaz çeliğin türüne bağlıdır. Paslanmaz çelik türleri arasında östenitik paslanmaz çelikler gerilmeli paslanma çatlamasına en duyarlı türdür. Östenitik paslanmaz çeliğin bu tip paslanmaya karşı duyarlı olması içerdiği nikel oranına bağlıdır. En duyarlı östenitik kalitelerin ağırlıkça %8-10 aralığında nikel içeriği vardır. Bu nedenle, 304 / 304L ve 316 / 316L gibi standart sınıflar bu tür korozyona karşı oldukça hassastır.

Yüzey Korozyonu

Alaşım 20, Alaşım 904L ve %6 molibdenli süper östenitik kaliteler gibi nispeten yüksek nikel ve molibden içeriğine sahip östenitik paslanmaz çelikler, klorürden kaynaklanan gerilmeli paslanma çatlamasına (SCC) karşı daha iyi bir direncine sahiptir. Dubleks paslanmaz çelikler östenitik kalitelere göre gerilmeli korozyon çatlamasına (SCC) karşı çok daha dayanıklıdır. 2205 kalite, yaklaşık 150 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda neredeyse bağışıklık kazanmaktadır. Süper dubleks kaliteler daha dayanıklıdır. Tip 430 ve 444 gibi ferritik paslanmaz çelikler klorür nedeniyle oluşan gerilmeli korozyon çatlamasına (SCC) maruz kalmaz. Paslanmaz çelik, oyuklaşma (pitting) korozyonuna karşı yeterince dirençli değilse, klorür içeren ortamlarda gerilme korozyonu çatlamasının öncüsü, oluşan oyuklaşma (pitting) korozyonudur.

Çevresel koşulların (klorürlerin / yükseltilmiş sıcaklığın) ve gerilmenin (uygulamadan kaynaklanan gerilmeler, artık gerilmeler veya her ikisi birden) birlikte hareketi, aşağıdaki olayların dizisini geliştirir:

Gerilme Korozyon Aşamaları

1. Çukurcuk oluşur.
2. Oluşan çukurdan çatlaklar başlar.
3. Çatlaklar sonra taneler üzerinden (transgranüler) veya taneler arası (intergranüler) bir biçimde metal içinde ilerler.
4. Hasar oluşur.

Korozyon Önleme

Bu ön koşullardan herhangi birinin yokluğunda gerilmeli korozyon çatlamasının (SCC) başlatılması engellenmiş olur. Bu nedenle söz konusu yaklaşım, gerilmeli paslanma çatlamasının (SCC) önlenmesi için dikkate almaya

değer pratik bir yaklaşımdır. Gerilmeli korozyon çatlaması (SCC) riski, tesis ve ekipman tasarımı ile minimize edilebilir. Keskin kenarlarda ve çentiklerde meydana gelecek herhangi bir mekanik çekme gerilmesi yoğunlaşmasını önlemek özellikle önemlidir. Çoğu durumda, gerilmeli paslanma çatlaması (SCC) ile ilgili problemler uygun bir malzeme seçilerek çözülebilir.

Yüzeyin kumlanması da gerilmeli korozyon çatlamasını (SCC) önleme açısından faydalı bir uygulamadır. Kumlama ile yüzeyde basma gerilmeleri oluşturulmaktadır. Basma gerilmesinin bulunduğu bölgelerde gerilmeli korozyon çatlaması (SCC) olmadığı literatürde belirtilmektedir.

Korozyon ve Malzeme Delinmesi

Çukur korozyon, koruyucu oksit tabakasının yerel olarak dağılmasından kaynaklanan bir paslanma çeşididir ve metalde küçük deliklerin oluşmasına neden olan son derece lokalize bir korozyon biçimidir. Başlangıcı ve ilerlemesi takip edilemediği için çok tehlikelidir. Paslanmaz çeliklerde korozyona dayanımı sağlayan yüzeydeki oksit tabakasıdır. Koruyucu oksit tabakası bozulduğunda ya yeniden pasivasyon oluşur ve çelik sonsuza kadar dayanır veya korozyon oluşur ve hızla delinme meydana gelebilir. Bu tip korozyonda anot ve katot bölgeleri birbirinden kesin şekilde ayrılmıştır. Anot, çukurun içindeki dar bölge, katot ise çukurun çevresindeki çok geniş alandır. Korozyon sonucu çukur gittikçe büyüyerek malzemenin o noktadan kısa süre içinde delinmesine neden olur. Malzemenin delinmesi ile sonuçlanan farklı mekanizmalar söz konusudur. Söz konusu mekanizmalar aşağıda açıklanmaktadır.

Halojen İyonların Varlığı

Kusursuz bir "mükemmel" malzeme için, çukur korozyonu, klorür gibi agresif kimyasal bileşenler ihtiva edebilen ortam nedeniyle oluşur. Klorür, pasif film (oksit) için özellikle zararlıdır, böylece çukur oluşumu oksit tabakasının hasar gören bölgelerinde başlayabilir. Çukurlar başlatıldıktan sonra kendiliğinden veya oto-katalitik bir süreçle büyümeye devam edebilir; yani, bir çukur içindeki korozyon reaksiyonları, çukurun devam eden faaliyeti için hem uyarıcı hem de gerekli koşullar üretir. Çukurun dibinde çözünmüş metal iyonlarının hidroliziyle çukurun tabanında metalin çözünmesi ve yüksek seviyede asitlik korunmuş olur. Çukurun tabanındaki anodik metal çözünme reaksiyonu ($M \rightarrow Mn^{++} ne–$) bitişik yüzeydeki katodik reaksiyon ile dengelenir ($O2 + 2H2O + 4e– \rightarrow 4OH–$).

Çukur içindeki metal iyon ($Mn+$) konsantrasyonunun artması, nötrlüğü sağlamak için klorür iyonlarının ($Cl–$) bölgeye girmesi ile sonuçlanır. Oluşan metal klorür $M+Cl–$, su ile metal hidroksit ve serbest asit ($M+Cl– + H20 \rightarrow MOH + H+Cl–$) oluşturmak üzere hidrolize uğrar. Bu asidin oluşumu, ana çözeltinin pH değeri nötr kalırken çukurun tabanındaki pH değerlerini düşürür (pH yaklaşık 1.0 ila 1.5). Artan sıcaklık ve klorür konsantrasyonu, paslanmaz çeliklerde genellikle klorür iyonlarının mevcudiyetinden kaynaklanan çukur korozyonu riskini artırmaktadır. Alaşım elementleri açısından bakarsak artan Cr, Mo ve N oranları çukur korozyonuna karşı direnci artırmaktadır.

Krom ve özellikle molibden ve azot seviyeleri yüksek paslanmaz çelikler, çukur korozyona karşı daha dayanıklıdır. Çukurlaşma Direnci Eşdeğer Sayısı (PREN), paslanmaz çeliklerin çukurlaşma direncinin iyi bir göstergesi olduğu bulunmuştur. PREN, şu şekilde hesaplanabilir: $PREN = \% Cr + 3.3 \times \% Mo + 16 \times \% N$

Korozyon Önlenmesi

Malzeme kalitelerine göre çukurlaşma direnci eşdeğer sayısı (PREN) tablosu literatürde verilmektedir. Sistem tasarım aşamasında yüksek PREN değerli malzeme seçimi malzeme delinmesi riskini azaltmak açısından faydalı olacaktır. Malzeme yüzeyi ile temasta olan çözeltideki halojen iyonların azaltmaya yönelik olarak deiyonizasyon yapılması malzeme delinmesi riskini azaltabilecek diğer bir uygulamadır.

Mikrobiyolojik Korozyon Oluşumu

Mikrobiyolojik paslanma veya biyolojik paslanma olarak da bilinen mikrobiyolojik olarak etkilenmiş paslanma (MIC), mikroorganizmaların metabolik aktivitesinin bir sonucu olarak metallerin bozulmasıdır. Metal yüzeyinin suyla teması, MIC için ön koşuldur. MIC'den sorumlu bakteri türleri insan sağlığı riski taşımadığı için, "güvenli" içme suyu sistemleri de içilmez su sistemleri kadar risk altındadır. Soğutma sistemleri ve ısı eşanjörleri, kuyular, yangın ve tarımsal otomatik yağmurlama sistemleri ve sıvı depolama tankları, MIC'nin gelişmesi için daha belirgin potansiyel bölgeler arasındadır.

MIC hem genel paslanma hem de çukur korozyonu şeklinde gerçekleşir, ancak lokal çukurlaşma daha kesin

bir şeklidir ve dramatik sistem arızalarına yol açma olasılığı daha yüksektir. Isı eşanjörleri ve proses boruları gibi, tesisatta akış hızının yavaşladığı alanlar bakterilere, boru yüzeyine yapışma imkânı sağladığı için özellikle hassastır. Hem mikroskopik hem de makroskopik seviyede sıvı akışının "durması" herhangi bir çatlak, eklem, kaynak veya kusurlarda gerçekleşir ve bunlar MIC için tipik yerlerdir. Hafta sonu, gece boyunca veya hatta kısa bir bakım duruşu gibi nedenlerle tesisatta kesilen sıvı akışı, bakteri yapışmaları ve MIC'nin başlatılması için fırsat sağlar. Bakteri bir kere oluştuğunda, paslanma süreci akış tekrar başladıktan sonra bile devam eder. Hidrostatik test, MIC arızalarının başlangıcında görülen bir olaylar dizisidir.

Hidrostatik Test

Bu dizi şöyle gelişir:
- Sistemin sıvı ile doldurulması
- Sisteme basınç verilmesi
- Kaçak kontrolü yapılması
- Sistemin boşaltılması (sistem tamamen kurutulmaz)

Korozyon ve Hidrostatik Test

Bu test sonrasında, genellikle sistemin devreye sokulmasından hemen önce ve birkaç ay boyunca arıza olmayabilir. Hasar ortaya çıktığı zaman, hidrostatik test ve durgun sıvı kalıntısı genellikle göz ardı edilir ve bu nedenle, hasar klorür kaynaklı korozyon olarak yanlış teşhis edilir. Paslanmaz çelikler, korozyon direncini geliştiren sert krom oksit yüzey tabakaları geliştirmesine rağmen, oksit tabakası hasar gördükten sonra, özellikle konvansiyonel ve MIC korozyona karşı savunmasızdırlar. Kaynak dolguları, alaşım homojensizliği nedeniyle oldukça duyarlıdır. Yüksek gerilim içeren komponentler, MIC kaynaklı stres korozyon çatlaması için potansiyel başlangıç bölgeleridir. Sıcaklık 10 ºC-50 ºC ve pH 4-9 olan sular ve topraklarda karbon çelikleri, paslanmaz çelikler, alüminyum alaşımları ve bakır alaşımlarında mikrobiyolojik olarak korozyona neden olduğu bilinen birçok bakteri vardır. Bu bakteriler genel olarak aerobik (aktif olmak için oksijene ihtiyaç duyar) veya anaerobik (oksijene gereksinim duymaz, aksine oksijen bakteriler için toksiktir) olarak sınıflandırılabilir.

Sülfat indirgeyen bakteriler (SRB) anaerobiktir ve gemilerin ve deniz üstü (offshore) çelik yapıların hızlandırılmış korozyon hasarlarının çoğundan sorumludur. Demir ve manganez oksitleyici bakteriler aerobiktir ve sıklıkla paslanmaz çeliklerin kaynak bölgelerinde hızlandırılmış delinmelerle ilişkilendirilir. Mikrobiyolojik korozyonun tanımlanması için, suların, toprakların ve metal numunelerin kimyasal, biyolojik ve metalürjik analizini gerektirir. Hasarlı bölgede oluşan tüberküller mikrobiyolojik korozyonun oluşturduğu bir yan üründür. Mikrobiyolojik korozyonun tanımlanmasında ayırt edici bu oluşumun yanında farklı bir ayırt edici özellik de oluşan delinmenin ağız kısmının temiz ve parlak olmasıdır.

MIC (Mikrobiyolojik Korozyon) Mekanizması

MIC, su ve toprakta bulunan besin maddeleri ve diğer elementler ile beslenen belirli bakteri türlerinden kaynaklanır. Deniz suyu sülfat indirgeyen bakterilerin birincil kaynağıdır (SRB). Biyolojik faaliyetler, ortamın kimyasal yapısını (asit üreten) değiştirir ve ortamı metallere karşı daha korozif hale getirir. Örneğin, demir oksitleyici bakteriler 5 mm kalınlığında 316 paslanmaz çelik tankı bir aydan biraz daha uzun bir sürede delebilir.

MIC Korozyon Önlenmesi
Mümkünse düzenli mekanik temizleme
Bakteri popülasyonunu kontrol etmek için biyosit ile kimyasal muamele
Komple drenaj ve kuru saklama
Oksijen konsantrasyon hücrelerinin oluşması
Sülfat indirgeyici bakteriler

Yüzey tufalı* altında, yüzeyde oluşan herhangi bir birikintinin altında, metal yüzeyi ile arasına su girişini önleyemeyen pul ve contaların altında, tam nüfuziyet sağlanamayan kaynak dikişlerinde ve yüzeyde biriken su damlacıkları altında bu tip korozyon görülebilir. Bahsedilen bu aralıklara giren su içindeki çözünmüş oksijen, aralığın dip kısımlarında metal ile reaksiyona girerek tüketilir, böylece aralığın dışındaki sıvı ile dip kısımdaki sıvı arasında oksijen konsantrasyon farkı oluşur.

Oluşan bu oksijen konsantrasyon farkı nedeniyle bir korozyon hücresi oluşur. Bu hücrede aralığın dip kısmı anot, aralığın dışındaki geniş pasif alan katot olarak davranır ve anot kısmında korozyon başlar. Bu oluşum metalin

daha da çözünmesine yardımcı olan, oldukça korozif çevre koşullarının yaratılmasına neden olabilir. Tam olarak gelişmiş bir aralıkta mevcut ağırlaştırıcı faktörler şu noktalarda özetlenebilir:

** Çelik üretimi sonrası kütük olarak yarı ürün formunda katılaştırılan çelik, nihai şeklini almak üzere sıcak olarak haddelenir. Bu işlem esnasında, yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan çelik yüzeyinde oksitlenme sonucunda oluşan ince demir oksit tabakasına tufal denmektedir.*

Oluşumu

Anodik paslanma reaksiyonu ile üretilen "+" değerlikli metal iyonları, "-" değerlikli hidroksil iyonları ile birleşmek ve korozyon ürünleri oluşturmak üzere kolayca hidrolize olur. Aralık içindeki pH çok asitli değere ulaşabilir.

Yerel çevrenin asitleştirilmesi çoğu metalin korozyon hızında ciddi bir artışa neden olabilir.

Korozyon ürünleri çatlak ortamını daha da kapatmaktadır.

Aralık içindeki pozitif yük birikimi, çevredeki, kendi başına korozif olabilecek klorürler ve sülfatlar gibi negatif iyonları kendine çeker.

Korozyon Önleme

Tesisatta oluşabilecek aralıklara karşı alınabilecek önlemlerden bazıları şöyledir:

Kaliteli, aralıksız kaynaklı birleştirmeler, cıvatalı birleştirmelere karşı daima tercih edilmeli

Kasıtsız aralıklardan kaçınılmalı ve durgun bölgelerin gelişmesine izin vermeyen iyi ekipman tasarımı (conta yüzeylerinin iyi tasarlanmış ve sızdırmaz olması)

Ekipman sık sık muayene edilmeli ve yüzey çökeltileri uzaklaştırılmalı

Emici contaların yerine kaliteli, kauçuk contalar kullanılmalı

Conta bakımı yapılmalı; sertleştiğinde veya hasar gördüğünde değiştirilmeli

Malzeme Yüzeyi ve Korozyon Oluşumu

Kızıl Pas- Korozyon

Paslanmaz çeliklerde kızıl pas oluşumu farklı sebeplerden dolayı farklı görünüşlerde ortaya çıkan bir durumdur. Bu görünüşlerden biri oyuklaşma korozyonunun olduğu bölgelerdeki kızıl pas lekeleridir. Bu lekeler anodik ve katodik reaksiyonların sonucunda oluşan korozyon ürünü olan Fe (OH)3'ün oyuk ağzında birikmesi nedeniyledir.

Anot reaksiyonu: Fe → Fe2+ + 2e –Katot reaksiyonu: ½O2 + H2O + 2e– → 2OHToplam reaksiyon: Fe + ½ O2 + H2O → Fe (OH)2 Korozyon sonucu oluşan demir-2 hidroksit ortamda yeterli oksijen bulunması halinde yeniden oksitlenerek demir-3 hidroksit (pas) haline dönüşür. 2Fe (OH)2 + ½O2 + H2O → 2Fe (OH)3

Çay Lekesi Korozyonu

Düzgün bir şekilde kullanıldığında, geniş bir uygulama yelpazesinde ve ortamlarda paslanmaz çelik görsel çekicilik ve yapısal bütünlük için güçlü ve kalıcı bir üne sahiptir. Ancak, tüm malzemeler gibi paslanmaz çelik de lekelenebilir veya zamanla renk değiştirebilir (yüzeyde kahverengi pas lekeleri oluşur), böylece genel görünüm bozulabilir. Bu kahverengi renk değişikliği – çay lekesi (tea staining) olarak tanımlanmıştır.

Çay lekelenmesi, paslanmaz çeliğin yüzeyinin korozyonla renk değiştirmesidir. Malzemenin yapısal bütünlüğünü veya ömrünü etkilemeyen kozmetik bir sorundur. Çay lekelenmesi en çok deniz kıyısından itibaren yaklaşık beş kilometrelik bir alan içinde gerçekleşir ve denize yaklaştıkça kötüleşir. Bununla birlikte, rüzgâr durumu, kirlilik seviyeleri ve daha yüksek sıcaklıklar, çay lekelenmesinin kıyıdan 20 kilometre veya daha uzakta oluşabileceği ortamlar yaratabilir. Çay lekelenmesi, paslanmaz çelik için bulunduğu şartlarda çok agresif olan lokal şartların (sıcaklık, bağıl nem, yüzeyde korozif bileşenler gibi) sonucu olarak oluşur. Aşağıda açıklandığı gibi, dikkate alınması gereken çay lekelenmesinin oluşumunu teşvik eden önemli faktörler vardır.

Korozif Bileşenlerin Sürekli Varlığı

Paslanmaz çelik yüzeyinde deniz tuzunun varlığı çay lekesine neden olan önemli faktörlerden biridir. Deniz tuzu çok düşük bağıl neme (RH) kadar ıslak kalma özelliğine sahiptir. Bunun sonucu, sodyum klorürle karşılaştırıldığında deniz tuzu nedeniyle yüzeyin daha uzun süre ıslak kalması ve korozyona uğramasıdır. Bununla birlikte, endüstriyel kirleticilerin varlığı koşulları daha agresif hale getirebilir.

Korozyon ve Atmosferik Şartlar

Korozyon ve Nem

Yüksek nem (örneğin tropik iklimlere) ve yüksek sıcaklığa sahip bir atmosferik koşulların kombinasyonu, çay lekelenmesinin oluşması için daha kötü koşullar yaratır. Yüksek nem, tuz birikimlerini çözen ve yüzeyinde aşındırıcı bir solüsyon oluşturan bir nem filmi oluşturur. Düşük nem oranı ve korozif tortuların olmaması, çay lekesinin kapalı alanda nadiren sorun oluşturduğu anlamına gelir.

Yüzey Tasarımı

Zayıf drenaj, yüzeyin neredeyse yatay olması veya kirletici maddeleri tutan bir dokuya sahip olmasına bakılmaksızın korozyonu artırır. Yağmur koruması yapılan alanlarda (Eğimli çatıların alt kısmı, saçak altındaki borular veya bir bina yağmur koruması) şartlar çok agresiftir. Bunlar önemli ölçüde çay lekesine neden olabilir. Köşeler veya yarıklar (aralıklı kaynaklar gibi) içeren tasarımlar, suyu hapsedebilir ve çay lekelenmesinden daha ciddi korozyona neden olabilir.

Yüzey Pürüzlülüğü

Bir yüzeydeki derin oluklar veya katlanma gibi metal yüzey hataları, tuzları (klorürler) tutabildikleri için daha fazla korozyona açık hale gelir. Yüzey kururken tuzlar konsantre hale gelir ve koşulları daha agresif hale getirir. Derin bir oluk daha fazla tutulmuş suya (ve tuzlara) sahip olacak, böylece oyuğun dibi, malzemenin direncinin üzerinde bir tuz konsantrasyonuna daha uzun süre maruz kalacak – ki bu da korozyona neden olacaktır. Maksimum 0,4 µm Ra yüzey pürüzlülüğüne sahip N4 kalite yüzey, çay lekelenmesine (tea staining) karşı çok iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir.

Yüzey Karakteristiği

Paslanmaz çelikten en iyi paslanmazlık performansını elde etmek için yüzey temiz, karbonlu çelik talaşı veya mangan sülfür inklüzyonlarından arındırılmış olmalı ve sürekli pasif bir tabaka içermelidir. Asit yıkama, asit pasifleştirilmesi veya yeterli süreyle elektro-parlatma bu kirleticileri yüzeyden uzaklaştırır ve pasif tabakayı eski haline getirir ve böylece paslanmaz çelikte temiz ve paslanmaya dayanıklı bir yüzey oluşturur. Paslanmaz çelik kaynak yapıldıysa, ısı girişi pasif tabakayı bozacaktır (kaynak etrafında kalın, koruyucu olmayan bir oksit oluşur). En iyi korozyon performansını elde etmek ve kaynağın pasifliğini geri kazandırmak için, meneviş rengi ve alttaki krom olarak zayıf tabaka uzaklaştırılmalıdır.

Uygun Malzeme Seçimi

Farklı kimyasal bileşime sahip çok sayıda paslanmaz çelik kalitesi olmasına rağmen genel kullanımda olan sadece yaklaşık 10 adet paslanmaz çelik kalitesi vardır. Molibden ve azot gibi diğer katkılar, özellikle klotrit içeren ortamlarda korozyon direncini artırabilecek olmasına rağmen, malzemenin korozyon direnci yüzeydeki ince krom oksit filmi sayesindedir. Bu üç elementin içeriğine dayanan bir formül, farklı kalitelerin korozyon direncini sıralamak için yararlıdır. Oyuklaşma Direnci Eşdeğer Sayısı [PREN]= % Krom +%3.3 Molibden +%16 Azot ile hesaplanır. PREN, en düşük korozyon dayanımı olan sınıflar için 10.5'den başlayarak 40'ın üzerindeki değerlere kadar uzanır. Deniz etkilerinden uzak yerler için kabul edilebilir korozyon direnci için tipik olarak ~PREN 18 yeterli olurken, deniz atmosferi için PREN 24, şiddetli deniz atmosferlerinde PREN ~ 34 gerekebilir. PREN arttıkça korozyon direnci o kadar yüksek olur.

Bakım ve Temizleme

Paslanmaz çelik az bakım gerektiren bir malzeme olmasına rağmen tamamen bakım gerektirmeyen bir malzeme değildir. Hafif ve düzenli bir yıkama en iyisidir ve doğal yağmurun yıkanması yeterli olabilir. Daha düşük ka-

liteler daha düzenli bakım gerektirir ve eğer çevre yapışkan birikintilere neden oluyorsa, bir solvent ve deterjan karışımı gerekebilir. Yağ veya mum uygulamaları, geçici olarak paslanmaz çeliğe klorür erişimini sınırlar, ancak düzenli yenilenmeleri gerekir. Bu geçici koruyucu maddeler aynı zamanda atıkları çekmeye ve donuk bir yüzey oluşturma eğilimindedir.

Karbon Çelik Kirlenmesi

Çay lekelenmesi olmayan diğer lekelenme olayları, karbon çeliği kirliliği, temizlenmemiş kaynaklar ve hidroklorik asit veya çamaşır suyu gibi kimyasal dumanlar nedeniyledir.

Boru Dişli Korozyonu

Karbon çeliği kirliliğinin nedeni, küçük çelik parçacıkların paslanmaz çelik bir yüzeye düşüp yapışmasıdır. Nem ile birleştiklerinde, çelik parçacıkları, esas karakteri nedeniyle hızla çözülür (bkz. Şekil). Paslanmaz çelik ile karbon çeliği arasında nispeten büyük bir potansiyel farkı olması nedeniyle bu reaksiyon son derece hızlı bir şekilde gerçekleşir. Karbon çelik parçacıkların çözülmesi sırasında paslanmaz çeliğin yüzeyini kirleten demir oksitler oluşur. İlaveten yüzeyde oluşan oksit kalıntıları, oksijenin söz konusu alana girişini engellemiş olur. Bunun sonucunda paslanmaz çelik yüzeyi yerel olarak aktif hale gelir. Bu durum yüzeyde farklı korozyonların oluşmasına yol açar. Bu nedenle paslanmaz çelik karbon çeliğinden korunmalıdır ve karbon çeliğinden ayrı olarak işlenmelidir. Ayrı çalışmak mümkün değilse paslanmaz çeliği, üzerindeki istenmeyen çelik parçacıklarından arındırmak için en iyi seçenek asitleme ve pasifleştirme yapmaktır.

Korozyon ve Malzemenin Homojen Olarak Aşınması

Homojen korozyonda, sıvı içerisinde bulunan çeliğin yüzeyi eşit oranda korozyona uğrar. Paslanmanın belli bir seviyeyi geçmesinden sonra, malzeme aşırı incelerek kullanılamayacak hale gelir.

Paslanmaz çeliklerin inorganik asitlerdeki davranışı her bir asit için spesifiktir, bazı durumlarda bu davranış konsantrasyon ve sıcaklıktan etkilenir. Dolayısıyla genel bir açıklama yapılamaz ve her asit ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Literatürde değişik konsantrasyon ve sıcaklıklardaki asit çözeltileri içinde tespit edilen paslanma hızları mevcuttur. Genellikle "mpy" olarak verilen bu değer sayesinde malzemedeki aşınmayı takip etmek imkân dahilinde olmaktadır.

Korozyon ve Malzemenin Bölgesel Olarak Aşınması

Sıklıkla, bu lokalize paslanma türü, tanelerin yerlerinden çıkmasına ve pürüzleşmeye veya şeker kristallerine benzer bir görünüşe yol açar.

Östenitik paslanmaz çelikler normal şartlar altında paslanmaya dayanıklı malzemeler olmasına rağmen 500-800 °C sıcaklıklara ısıtıldığında paslanmaya duyarlı hale gelir. En şiddetli sıcaklık etkisi 650 °C'de 1 saat bekletildiğinde kendini gösterir. Paslanmaz çelik bu sıcaklık aralığına ısıtıldığında malzeme bünyesinde bulunan krom ve karbon reaksiyona girerek krom karbür bileşiği oluşturur. Krom karbür söz konusu sıcaklık aralığında çözünmeyen bir bileşik olup taneler arasında sınır çizgisi boyunca toplanır. Tane sınırlarına yakın bölgede gerçekleşen bu olay neticesinde tane içindeki krom oranı azalır.

Korozyon Mekanizması Oluşumu

Kromun tane içindeki yayınma (moleküler elektron etkileşimi) hızı düşük olduğundan tanenin iç kısımlarındaki kromun yayınarak azaltılmış bölgeye krom takviyesi yapma imkânı bulunamaz. Bu sebeple tane sınırları çevresinde çok dar bir bölgedeki krom oranı malzemeyi koruyacak minimum krom oranının altına düşer ve korozyona karşı dayanıksız hale gelir.

Bu tür etki kaynak işlemleri sırasında söz konusu sıcaklık aralığına ısıtılmış bölgelerde karşılaşılır. Kaynak dikişine daha yakın bölgelerde ulaşılan sıcaklık daha yüksek olacağından, kaynaktan sonraki soğuma hızının yüksek olması bu tür çökeltilere engel olacaktır.

Korozyon ve Hasarlı Boru

Malzemenin paslanmaya karşı duyarlı olması çözeltiye alma ısıl işlemiyle de gerçekleşebilir. Malzeme içindeki karbon oranına bağlı olarak kritik sıcaklık aralığından geçiş hızı söz konusu hassaslaşmaya karşı malzemenin davranışına yön verecektir.

Et kalınlığı ince malzemelerde, kaynak ve yüksek sıcaklıklara ısıtılma sonrasındaki soğuma hızları et kalınlığı yüksek olan malzemelere göre daha yüksek olduğundan hassaslaşma olayı sorun oluşturmaz. Bu sebeple et kalınlığı yüksek olan malzemelerde sadece düşük karbonlu olan "L" kaliteler mevcuttur.

Taneler arası korozyona karşı hassasiyet gelişmiş olan östenitik paslanmaz çelikler uygun korozif ortamlarla karşılaştığında tane sınırlarından korozyona uğrar. Görünür yerlerde olduğu durumlarda yüzeysel ve bölgesel aşınmalar olarak görünse bile gözden uzak bölgelerde oluştuğunda çok tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Yukarıdaki şematik görüntüden görülebileceği gibi, tank üzerinde yapılan kaynak sonrasında, tankın iç kısmında, ısı tesiri altında kalan bölgede oluşan aşınma, hasar ortaya çıkmadan tespit edilmesi zor bir durumdur.

Taneler Arası Korozyondan Korunma

Uygun ısıl işlem ile kromun alaşım içinde düzgün eşit dağılımı sağlanabilir.

Malzeme yaklaşık 1100 °C'ye ısıtıldıktan sonra hızla soğutularak bünye içinde çözünmesi sağlanmış krom karbürlerin tekrar oluşup çökelmelerine engel olunur.

Karbona olan ilgisi kromdan daha yüksek olan Ti, Nb gibi stabilizör elementlerle alaşımlı parantez içerisindeki kalitede malzemelerin kullanımı. (321, 347, 316Ti gibi)

Söz konusu alaşım elementlerinin karbona olan ilgisi kromdan daha fazla olduğundan kritik sıcaklık aralığında kromla bileşik oluşturacak karbon kalmadığından hassaslaşma meydana gelmeyecektir.

Düşük karbon içeriğine ("L" kalite) sahip malzeme kullanımı özellikle %0,03 altında olması durumunda karbide oluşumuna karbon miktarı yetmediği için sınırlı miktarda oluşum da uzun zaman alır. Düşük karbon çeliği hem çok pahalı hem de yüksek sıcaklıklarda kullanışlı değildir. (304L, 316L gibi)

Malzemenin karbon içeriği azaldıkça hassaslaşmaya neden olmadan soğuma sırasında kritik sıcaklık aralığının altına inebilecek zaman aralığının arttığı grafikte görülmektedir.

8.10. EKİPMAN BAĞLANTILARI

Tüm tesisat türleri için belirli sürelerde bakım, onarım veya değiştirme amacı ile çıkarılması gereken tüm ekipmanın, boru hatlarının sökülmesine olanak tanıyan uygun bağlantı elemanlarına sahip olması gerekir. Bu bağlantı elemanları kullanılan bağlantı tipi boyuta ve malzemeye bağlıdır.

Diğer bir deyişle, ekipman üzerindeki flanş eşleştirmek için dişli bağlantıya rakor veya karşı flanş, yivli kaplin, çabuk sökülür (quick) kaplin vb. gibi bağlantı elemanlarıdır

Bağlantı ayrıldıktan sonra, izole edilmiş ekipman, boru parçası, vana gibi öğelerin çıkarılması için uygun yer ve mesafe bulunduğundan emin olduktan sonra ayırma bağlantı parçasını yerleştirmek gerekir. Kaynaklı bağlantılar da tekrar sökülmesine izin vermek için spul boru uygun bir şekilde yerleştirilmelidir.

Küçük boşluklara sahip küçük çaplı hortumlara veya kontrol valflerine sahip kolektörlere son bağlantılar tercihen titreşim yutmak için paslanmaz çelik örgülü EPDM kauçuk ile yapılmalıdır. Galvanizli veya paslanmaz çelik örgülü kauçuk esnek borular da kullanılabilir.

Esnek hortumların, hortumun bükülmesini önlemek için montaj sırasında dönmesine izin veren bir ucunda bir bağlantı parçası olmalıdır. İdeal olarak bu bir koni sızdırmazlık elemanı, itmeli konektör veya sıkıştırma bağlantı elemanıdır. Düz yüz contalı bağlantı parçaları tavsiye edilmez. İmalatçıların asgari büküm yarıçapı ve diğer yönergelerine uyulacaktır.

8.10.1. Mevcut Tesisata Yapılan Bağlantılar

Mevcut çalışan tesisatta yapılacak tadilat veya yeni tesisatı mevcut sistemlere bağlarken ortaya çıkabilecek zorluklara dikkat etmelidir. Örnek tesisat üzerinde metrik sistemle işlem yapılırken emperyal dişli, flanş ölçü ve bağlantılı ekipmanın varlığı, mevcut sistemlerde yeni hatlarda bağlantı yapılan devrelerde steril edilmemiş hatlardan gelen uygun olmayan nitelikteki sudan kirlenme olasılığı. Not: Test kısmında tarif edilen kurallar dikkatlice uygulanmalıdır.

8.10.2. Gelecekteki Yeni Tesisat Eklentileri İçin Bağlantılar

Gelecekteki yeni yapılacak ek tesisat için uzantılara hizmet edecek herhangi bir branşman, uygun bir şekilde bir vana ile veya körlenerek sonlandırılır. Branşmanlar ölü hatlardan kaçınmak için minimum uzunlukta tutulacaktır. Özellikle eğer dağıtım için bir kolektör var ise kolektör üzerinde vana ve kör flanş veya tapa ile sonlandırmak uygundur.

8.11. BİNA YAPI ELEMANLARI GEÇİŞLERİNİN YAPIMI

Gerek dış duvarlardan, zeminden ve çatılardan geçen borular, gerekse bina için farklı nitelikteki hacimlerden geçen borular etrafındaki boşluklar, su, haşere, toz ve yangın yayılmasına karşı uygun şekilde dolgu flanş veya kovanlarıyla donatılmalıdır.

KISIM 9. BORU DEVRE AKSESUARLARI ve YARDIMCI ELEMANLAR

9.1. GENEL GEREKLİLİKLER

Bağlantı parçaları ve boru hattı aksesuarları için uçlar (dişli, flanş, yivli, vb.) boru hattına uyacak şekilde seçilmelidir. Vana montajları, kolunun tam hareketine izin verecek şekilde monte edilmelidir.

9.2. VANA YERLERİ VE FONKSİYONLARI

Çeşitli boru tesisatı için kullanılan vana tip malzeme özellikleri birbirinden farklı olsa da sıcaklık ve basınç çalışma değerleri, bağlantı şekilleri ile kullanılacağı yere göre nitelikleri değişmektedir. Bu kaynakta prensip olarak üç çeşit vana temel olarak tarif edilmiştir.

1- Akış Kesme Vanaları
2- Akış Regülasyon Vanaları
3- Diğer Vanalar

Bu kısımda genel olarak sadece işlev ve tipik kullanıldığı yer ve tiplerine göre sadece genel bilgi olarak tarif edilmiştir. Esas olarak vana ve diğer aksesuarların teknik detaylı şartname ile kullanılacak malzeme ve bağlantı şekilleri proje şartnamelerine göre olmak zorundadır.

9.2.1. Kesme Vanaları

Kesme vanaları, prensip olarak herhangi bir su veya akışkan deposu, depolama tankı veya ana boru devreleri üzerinde kullanılan cihazları, pompa, sıcak su, kızgın su, buhar kazanı, kompresör, eşanjör, kondenser, soğutma grubu vb. boru devresinden izole etmek için kullanılır. Bunlar giriş tarafındaki boru basıncını tutacak nitelikte ve sızdırmazlık özelliğinde olmalıdır. Kesme vanaları, ana boru devreleri boru branşman devrelerini izole etmek için de kullanılır.

Genel olarak ister kullanım suyu, isterse yangın su deposu, yakıt deposu gibi akışkanların çıkışlarında, ağırlıklı olarak sürgülü vana (Gate-King Valf) kullanılır. Bu vanalar depo tarafında yeterli basınç olmadığı zaman sızdırdıkları için bu vanalar seçilirken minimum statik yükseklik sızdırmazlığı imalatçıya bildirilerek temin edilmelidir. Yangın ve yakıt vanaları için ayrıca başka sertifikalar ve onayları istenmektedir.

Sıhhi tesisat sıcak su devrelerinde kesme vanası için, genel eğilim küresel vana olarak TR20'de tarif edilmiştir. Onun dışında başka hiçbir tesisat için TR20 diğer 9 kitapçık içerisinde kesme vanası olarak küresel vana tarif edilmemektedir. Ayrıca TR20 diğer 9 kitapçık içerisinde de sürgülü vana esas olarak kabul edilmesine rağmen sızdırmazlık konusu uyarı niteliğinde bulunmaktadır.

Dişli bağlantının sökülebilir olabilmesi için vananın çıkış tarafında (sökülecek taraf) rakor bağlantısı mutlak olmalıdır.

İki flanş arasına sıkıştırılabilir (wafer) tipte olan kesme vana bağlantılarında (kelebek veya benzeri), sökülecek vana tarafında, sökülebilmesi için ayrı bir flanş boru parçası olmalıdır, ya da flanş bağlantılı kulaklı (lug) tip vanalar kullanılmalıdır.

Özellikle kelebek vana kullanımlarında olmak üzere ve diğer sürgülü vanalar için de olmak üzere, yüksek basınçlı devre ve/veya fazla yüklerin oluştuğu büyük çaplı hatlardaki vanaların açma/kapatma kolları, dişli tahrikli volanlı tipler olarak kullanılmalıdır. Volan üzerine uygulanacak insan kuvveti ergonomik olarak vanaların bulunduğu seviyeleri, vanaların açılma ve kapanma süreleri vuruntu ve tesisat titremesine (surge pressure) izin vermeyecek şekilde seçilmelidir.

Emniyetli çalışma koşullarını sağlamak için buhar / kondens devreleri gibi riskli devrelerdeki kesme vanaları uçları boşta kalacakları zaman, mutlaka vananın açık tarafı bir tapa veya kör flanş veya boru tapası ile kapatılmalıdır.

Derleyen Notu: *Küresel vanalar temel olarak operasyon vanalarıdır. Sıklık ile açılıp kapanması gereken yerlerde kullanılmaktadır. Özellikle kızgın su, buhar gibi yüksek sıcaklık gereken yerlerde veya aşırı soğuk tesisatta, şartnamelere göre uygun olan tipler kullanılmalıdır. Düşük basınç yüksek sızdırmazlık veya yüksek basınç kolay operasyon için TRUNNION Vanalar küresel ve sürgülü vana olarak özellikle gaz ve yakıt tesisatında kullanılması tercih edilen vanalardır.*

Üretici Linki: http://www.univa l.com.tr/tr/urunler/flans-baglantili-vanalar/flans-baglantili-vanalar

9.2.2. Basınç ve Akış Ayar (Regülasyon) Vanaları (Dinamik veya Statik)

Özellikle temiz su tesisatı şehir şebeke su basıncı bölgesel kod farklarından dolayı tesisat işletme boru basıncı üzerinde olabilir veya gerek sıhhi tesisat gerek ise ısıtma soğutma devrelerinde yüksek katlı bina içerisindeki boru devrelerindeki farklı basınç gereksinimleri ve akışını gereken oranda ayarlamak için dağıtım devrelerine "Basınç Ayar Vanaları" takılmalıdır.

Akış ölçümleri okumak için ayar vana üstünde veya yoksa boru hattı üstüne basınç göstergeleri ve test noktaları tesis edilmelidir.

Akış kontrolünü ve uygun vana otoritesini sağlamak için basınç ayar vanaları, doğru basınç düşüşü için boyutlandırılmalıdır, ayar vana çapı, normal boru çapından düşük olabilir.

Ayar vanaları, ayarlarını korumak için, kilit korumalı ve/veya ayar değerini sabitleyen bir mekanizmalı olası tercih edilmelidir. Ayar değerinin kolayca değişmemesini sağlayacak bir özelliğe sahip olmalıdır.

9.3. DİĞER VANALAR VE ÖLÇME EKİPMANLARI

9.3.1. Emniyet Vanaları

Tüm kapalı devre tesisat sistemlerine basınç güvenliğinin sağlanması için emniyet vanası mutlak takılmalıdır. Vana seçimi, sistemin emniyetli çalışma basıncına bağlı olarak ve devre üzerindeki tüm boru elemanlarının emniyetli çalışma basıncında basınç sınır değerinden daha düşük değerde olması sağlanmalıdır. Bu vanalar mutlaka dikey olarak monte edilmeli ve arada başka devre ayırıcı bir eleman olmaksızın doğrudan boru sistemine takılmalıdır. Arada bir küresel vana kullanılması durumunda vananın kilitlenebilir olması ve vana açık pozisyonda kilitlenmesi sağlanarak kullanılmalıdır.

Boru hattı bağlantısı çapı ile emniyet vana giriş çapı aynıdır. Ayrıca sıkıştırılamayan (su, yağ vb. sıvılar) akışkan hatlarındaki emniyet vanaları, oransal kalkışlı olabilir. Buna karşın sıkıştırabilen (buhar, basınçlı hava vb. gazlar) akışkan hatlarında ise tam kalkışlı (ani açmalı) tipte emniyet vanaları kullanılmalıdır. Oransal kalkışlı vana kullanıldığında süpersonik ses ve tesisat üzerinde titreşim oluşur. (surge pressure)

Emniyet vana boşaltma boruları düzgün ve sağlam bir şekilde desteklenmeli ve vana gövdesine hiçbir yük getirilmemelidir. Tahliye boru çapı, emniyet vana çıkış çapından daha küçük çapta olmamalı ve de akışa en az direnç gösterebilmek için mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Ortama kontrolsüz çıkış olmaması için tahliye borusu döşemeye doğru boru yapılmalıdır

Emniyet vana ayar basıncı, maksimum çalışma basıncının %10'u (veya minimum 0.7 Bar) üzerinde, minimum 1.3 Bar değerinde olmalıdır. Minimum 1.3 Bar değeri gereksiz vana açmalarını engellemek için seçilmiştir.

9.3.2. Şamandıralı Vanalar

Su deposu dolum noktalarının mekanik olarak kontrolünde kullanılır ve vananın girişinde bir mutlaka bir kesme vanası koymak gereklidir.

9.3.3. Çek Valfler (Geri Tepme Ventilleri)

Kullanılacak devre tipi ve şartlarına göre, uygun çek valf tipi (disk tipi, çift klapeli, çalpara vb.) seçilmelidir. Yapısal detaylar servis şartları için (basınç sınıfı, bağlantı şekli, yatay, dikey vb.) uygun olacaktır.

Üretici Linki: http://www.unival.com.tr/tr/urun/CHE-1005

9.3.4. Pislik Tutucular

Tüm tesisat türlerinde cihazları (Otomatik kontrol vanası, pompa, serpantin vb.) korumak için gerektiğinde ana fabrikada pislik tutucular takılmalıdır, yoksa boru işlerinin devamı olarak cihaz girişlerinde pislik tutucu koymak iyi bir çözümdür. Temizlemeyi kolaylaştırmak için pislik tutuculara bir ön ve sonrasında vana konulmalıdır. Flanşlı ve büyük çaplı tesisatta pislik tutucu Y tipi ise sapma tarafı düşeme seviyesine bakmalı, sepet tipi ise boru yatay monte edilmelidir.

9.3.5. Enstrümantasyon ve Test Noktaları

Test, izleme ve ölçme gereksinimleri (sıcaklık, nem, basınç vb.) için boru devresi üzerinde ve özellikle cihaz bağlantı noktalarında test bağlantıları (manşon, daldırma kovan vb.) bırakılmalıdır. Bu bağlantıların uzunlukları, boru yalıtım kalınlığı üstünde olmalıdır.

Uygun kendinden contalı test ağızları (hızlı bağlantı uçları vb.) ana fabrikaya olan bağlantıların her iki yanına, her birincil ısı değiştiricisi ve otomatik kontrol vanasının her iki yanına takılmalıdır.

Boru devresi üzerindeki kalıcı enstrüman elemanları, çizimlerde belirtildiği gibi ve aşağıda belirtilen genel özelliklerde sağlanmalıdır.

9.3.6. Basınç Göstergeleri, Manometreler

Pompanın emme ve basma basıncını göstermek için, normal orta sınıf okuması için, çalışma basıncının iki katı bir ölçek okuması olan basınç göstergeleri takılmalıdır. Basınç göstergeleri, kolay okunması için 100 mm minimum arama boyutuyla çevirmeli tip (analog) olmalıdır. Bu tip basınç ölçme (manometre, vakum metre) elemanları, boru hattına kesme musluklarıyla ve ekipman gösterge iğnesinin titreşimi engellemek için ya uygun bağlantı borusu veya sıvılı tip ölçme elemanı bağlanmalıdır. Ancak kontrol işlemi veya alarm işlemi yapan kontaklı tip manometrelerin bağlantısında, kesinlikle kesme vanası kullanılmaz!

9.3.7. Sıcaklık Ölçerler, Termometreler

Termometreler kolayca okunabilir olacak şekilde seçilmeli, görünür bir yere monte edilmeli ve sistem çalışma sıcaklığı için seçilmelidir. Ayrı pompalanan her devrenin akış sıcaklığını belirtmek için ayrı ayrı termometreler konulmalıdır. Termometre bağlantılarında kuyruk koruyucu kovan kullanmak gereklidir. Termometre duyargasının uzunluğu boru eksenine gelecek şekilde cihaz seçimi ve montajı sağlanmalıdır.

Çelik kuyruk koruyucu kovanlar, bakır boru hatlarında kullanılamaz.

9.4. ETİKET VE TANIMLAMALAR

Boru devresi ve üzerindeki elemanların tanımlama gereksinimleri, müşteri istek ve standartları esas alınarak uygulanmalıdır. Genel olarak aşağıdaki bilgiler, etiket uygulamaları için kaynak olması amacıyla özet olarak hazırlanmıştır;

Etiket yapımında kullanılması gereken malzeme seçiminde, boru devresinin olduğu sahanın fiziksel koşullarına uygun ve yatırımcı / Mühendis isteklerine göre yapılması esastır. Özellikle dış hava koşullarındaki etiketler için ayrı ve özel bir çalışma yapılmalıdır. Ama genel olarak, Plastik, komposit, alüminyum, pirinç vb. korozyona dayanımlı malzemeler olabilir. Ayrıca bunların montaj şekli için, kimyasallarla yapıştırma, mekanik vidalama veya zincir ile asılması gibi yöntemlerden biri uygundur.

9.4.1. Boru Devre Etiketleri

a) Tüm yalıtımlı boru hatları için etiketler, vana bağlantı noktalarında, boru galerileri veya bina giriş ve çıkış konumlarında, duvarların veya kat geçişlerinin her iki tarafında ve de ilk 3 m içerisinde yerleştirilmelidir. Boru çaplarına bağlı olarak etiket ölçüsü, üzerine yazılacak tesisat kısaltmaları, akış yönü ok işareti boy, yükseklik değerleri EK-6'da verilmiştir.

b) Boru etiketleri, boru eksenine dik veya paralel olarak düzgün bir şekilde yerleştirmelidir. Uygulanan etiketler renk kodlu ve yazılı açıklama içeren bir bant şeklinde yapılmalıdır. Etiket ayrıntıları ve renkleri, müşteri istekleri ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Teknik Şartnamelerindeki esaslar doğrultusunda olmalıdır. Özellikle boru içinde taşınan akışkanın etiket üzerinde tanımlanması en uygun ve tercih edilmesi gereken bir seçenektir.

   Buna ek olarak, hizmetin adı, görünür bir konumda bulunan belirlenmiş bir sözlü bantta, akışın yönünü belirten bir okla birlikte belirtilmelidir. Akış (veriş) ve dönüş ana şebekesinde tanımlayıcı sözcükleri eklenmelidir.

c) Yalıtımsız boru hatları ise, boru hattının son kat boya uygulaması ile veya bant uygulaması yapılabileceği gibi, yukarıda açıklandığı şekilde yalıtımlı boru devrelerindeki etiketleme sistemi bu devreler için de uygulanabilir.

9.4.2. Vana ve Cihaz Etiketleri

Cihazların doğru bir şekilde montajını yapabilmek ve tanımlanabilmesini sağlamak için tedarikçilerden tüm cihazların ve ambalajlarının uygun şekilde etiketlemesi istenir. Bu etiketlerdeki numaralama sistemi, tasarımcılar tarafından çizimlerde verilen numaralandırma sistemi ile aynı olmalıdır.

Tüm tesisat türleri için kritik ekipmanlar ve vanalar ayrıca etiketlenir, bu etiketler vana numarası dışında açma basıncı, son basınç açma test tarihi, gibi bilgileri de içermelidir. Ayrıca bu etiket numara ve teknik özelliklerinin bilgileri kritik ekipman listesine eklenip yıllık takip edilir ve kalibre edilme tarihleri de işlenmelidir. Vana bilgi etiketleri içerik ve tip açısından nasıl uygulanacağı Ek-6 içerisinde anlatılmıştır.

Vanaların (özellikle kontrol ve özel nitelikteki vanaların vb.) sıra takip eden numaralı etiketlerle donatılması gereklidir. Ancak oda içindeki ve dışındaki belirgin yerlerdeki vanalar bundan muaf tutulabilir. Etiketler, vana numarasını ve servisini gösteren sağlam bir nitelikte olmalıdır. Vanaların konumuna ve numaralandırılmasını gösteren kalıcı bir son ile uygun bir şekilde korunan bir vana takip tablosu da işletmede bulunmalıdır.

KISIM 10. BORU TESİSATI TEST VE KONTRÖLLER

10.1. BASINÇ TESTİ

Boru işleri hidrolik olarak en az 0,5 MPa ile ve 1,5 X çalışma basıncında test edilmelidir.

Tam test basıncını taşımak için tasarlanmamış olan herhangi bir bileşen kesilecek ve boru hattı testi için kapatılacak veya tıkanacaktır. Tekrar bağlandıktan sonra, tekrar birleştirilen eklemlerin sağlamlığı kontrol edilmelidir.

Test akışkanı seçiminde, boru içindeki akışkanın fiziksel, kimyasal ve hijyenik yapısına uygun olarak belirlenmelidir.

Gizli veya gömülü boru hatları kalıcı kaplama uygulanmadan test edilmelidir.

Bağımsız denetçi, kontrol veya bilgilendirilmesi gereken elemanlar test ve devreye alma planlarında belirtildiği üzere herhangi bir basınç testinden önceden haber verilmek suretiyle uyarılmalıdır.

Plastik boruları test ederken, imalatçının gereksinimlerini gözlemlemek için özen gösterilmelidir. Bu, boru malzemesinin esnekliğini ve birleştirme yöntemini hesaba katmak için, önemli ölçüde daha yüksek basınçta ve farklı tekniklerle test etmeyi şart koşabilir.

Basınçlı hava veya azot kullanarak gaz ile testlerde dikkatli olunmalıdır. Yüksek basınçlı hava veya gazlar ile yapılan testlerin tamamı, yüksek risk içerdiğinden tercih edilmez, ancak düşük basınçla yapılan testler gerek iş kanunu gerekse SEÇ yöneticisi tavsiyesi ve ISG tarafından verilen rehber kuralları harfiyen takip edilmelidir.

Kimyasal olarak arıtılmış su tehlikeli olabilir ve örneğin test sırasında veya diğer yollarla sızıntılardan dolayı oluşabilen temaslardan kaçınmak için dikkatli olunmalıdır.

Basınç testi ile temizleme işleminin başlatılması arasında 48 saatten daha uzun bir gecikme varsa, sistemlerin en iyisi biyosidle doyurulmuş suyla dolu bırakılması gerekir. Bu, bakteri seviyelerini kontrol eder ve sistem boşaltılırsa olduğundan daha az kirliliğe neden olur.

Test sonuçları, montajcı tarafından kaydedilecek ve mühendis/kontrol teşkilatından onaylı olarak sertifikalandırılacaktır.

10.2. KAÇAK SIZINTI TESTİ

Boru sistemleri basınç testleri tamamlandıktan ve onaylandıktan sonra kaçak sızıntı testi sisteme uygulanır. Sızıntı, kaçak testi, en az 2 saat süre ve 1,38 MPa (18 Bar gösterge) su ile basınçta test edilir. Eğer su veya akışkan miktarında kaçak tespit edilirse veya herhangi bir vana veya test edilen kısım da fazladan 34,5 kPa (0,35 Bar) kaçak kısım doldurulduktan sonra hava tahliyesi sonrasında bir daha basınç uygulanır.

Eğer sızıntı kaçak test sistemi sözleşme dokümanında izin verilen kaçak limitinin üzerinde ise veya aşağıda verilen sızıntı formülü ile hesap ile izin verilen kaçak değerine göre aşıyorsa hiçbir boru tesisat sistemi kabul edilmez. Teste izin verilen kaçak sızıntı seviyesi altında kalan değere ulaşılana kadar tadilat yapılarak devam edilir.

Testler sırasında, ya sıcaklık düzeltmeli cihaz kullanılmalı veya ayrıca sıcaklıklar da ölçülen basınç için sıcaklık farklarının getirdiği hacimsel genleşme etkisi düzeltme faktörü olarak hesaplara alınmalıdır. Su ve yanıcı gaz hatları için, uluslararası onaylı test sistemleri kullanılması tavsiye edilir.

Tablo: 10.1 Tesisat Sistemleri Sızıntı Kaçak Hesabı

L= Cf x N x D x P0.5		
Cf	Dönüşüm Katsayısı	10,786
L	İzin Verilen Sızıntı Değeri	mm^3/saat
N	Test Edilen Boru Boyunca Bağlantı Eleman Sayısı (Flanş, Dişli Bağlantı vs.)	
D	Nominal Boru Çapı	mm
P	Test Boyunca Ortalama Test Basıncı	MPa

10.3. ESKİ BORU YENİ BORU BAĞLANTI KAÇAK SIZINTI TESTİ

Yeni boru veya tesisat eski çalışan sistemleri ile birbirlerine veya eski monte edilmiş ekipmanlara irtibatlanıyorsa, eski su yumuşatma sistemine veya tank ve daha önce test edilerek kabul edilmiş bir sistem için test öncesi öncelikle yeni sistem ile eski sistem birbirinden kör flanş, tapa veya çift kesme vana ortasında drenaj edilebilen makara boru (Spool Pipe) ile (Double block and bleed valf) izole edilmelidir.

10.4. VANA TESTİ

Yeni boru tesisatında kullanılan tüm kritik ve kesme vanaları montaj öncesinde yüksek sıcaklık, yüksek basınç veya kimyasal ve doğalgaz sistemlerinde vanalar kontrol ve test edilmelidir. Vananın bir tarafı basınç altında diğer tarafı atmosfer basıncında her iki tarafı da çalışma basıncında açılıp kapatılarak test edilmelidir. Kaç dönüşte açılıp kapandığı sayılarak imalatçı verileri ile denkliği kontrol edilmelidir.

Basınç ve vakum emniyet vanaları ile tahliye vanaları kullanıldığı yerlerdeki boru tesisatı için açma basıncı ve tam kapalı durumları kontrol edilerek tam çalışma koşulları sağlandığı kontrol edilmeli ve raporlanmalıdır. Otomatik kontrol vanaları çalışma şartlarının alt ve üst sınırlarında doğru çalıştıkları kontrol edilmeli ve otomatik kontrol tesisatı devreye alındıktan sonra test evrakları tamamlanmalıdır.

Üretici Linki: http://www.univa l.com.tr/tr/urun/BWN-0201_BWN-0301

KISIM 11. BORU TESİSATI YIKAMA VE TEMİZLİK

11.1. KAPSAM

Bu bölümde kapalı ve açık boru devre tesisatı yıkama/temizlik uygulamalarının; amaç, yöntem ve şartları için genel bir bilgi vermek hedeflenmiştir. **"Şartnamelere bu işlemlerin İŞLETMECİ sorumluğunda tesisat yüklenicisiyle birlikte yapılmalıdır"** ibaresi konulmalıdır. Yıkama ve temizleme işlemi süresince, başlangıç evresinden itibaren deneyimli uzmanların kontrolü ve katkısı alınmalıdır. Korozyon kısmında anlatıldığı üzere birçok tesisat testler sırasında kullanılan su ve tahliyesi sonrasında korunamadığı için beklenen boru ömrüne sahip olmamaktadır.

Temizlik işleminin, genel sistem montaj bitim sonrası ve sistemler devreye alınmadan önce yapılması gerekir. Genel olarak temizlik işlerinin yapımı için, BSRIA BG 29/2012'i veya eşdeğer benzer bir standart kaynak olarak alınmalıdır.

11.2. AMAÇ

Gerek sistem elemanlarının üretimi gerekse montajları sırasında boru devresi içine giren yabancı maddelerin yıkama ile temizlenmesi hedeflenmiştir.

Boru devresinde bulunan yabancı maddelerin olağan kaynakları şunlardır:

a) Metal borular, üretim, şekillendirme süreci ile stoklama şartlarındaki ortamda bulunan nem ve oksitleyicilerin etkilerinden korumak amacıyla çeşitli yağlı koruyucu maddelerle kaplanmaktadır.
b) Nakliye ve teslimat sırasında boru ve devre elemanlarının (vana vb.) iç yüzeylerine tutunan yabancı maddeler,
c) Depolama esnasında boruların, bağlantı elemanlarının, vanaların vb. iç yüzeylerine giren yabancı inşaat malzemeleri,
d) Yapım ve montaj sırasında giren yabancı ve/veya montaj artığı malzemeler.

Boru temizleme yöntemleri temel olarak iki ayrı başlıkta özetlenebilir:

a) Statik ve Dinamik Yıkama
b) Kimyasal Yıkama İşlemi

Mekanik tesisat sistemlerinin kuruluşundaki malzeme tip ve kurulum sırasındaki koşullara bağlı olarak, kimyasal yıkama işleminin gerekli olup olmayacağı kontrol mühendisi ile birlikte yüklenici tarafından verilir.

11.3. BORU TEMİZLİĞİNDE DİKKAT EDİLECEK İŞLER

Boru temizliğinin en iyi şekilde sağlanmasında koruyucu önlem olarak, nakliye, depolama ve montaj çalışmalarında dikkat edilmesi gereken konuları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

a) Tüm boru ve devre elemanları, uçları örtülü olarak temiz ve kuru bir ortamda muhafaza edilmelidir.
b) Tüm malzemeler, uygun koruyucu ambalaj içinde teslim edilmeli ve kullanımdan önce temizlik kontrolü yapılmalıdır. (Hadde artığı, pas, dökme kum talaşı vb. montajdan önce çıkarılmalıdır.)
c) Boru sistemi montaj ilerlemesine bağlı olarak, açık uçlar geçici olarak kapatılmalıdır. Açık uçlar sürekli olarak montaja devam etmeden önce kontrol edilmelidir.
d) Kullanılan birleştirme yöntemleri ile ortaya çıkan fazla materyalin (örneğin kaynak kıvılcımı, kesme talaşı, lehim, birleştirme bileşikleri vb.) miktarını sınırlamak için iyi uygulama yapılmalı ve montaj sırasında ortaya çıkan tüm artıklar kaldırılmalıdır.

11.4. BASINÇ TESTLERİ VE TEST AKIŞKANI

Test şartnamesinin gereği olarak boru sistemleri "dolum ve statik yıkamayı" gerektirir. Hidrolik basınç test amaçlı dolum yapılırken, sisteme yabancı madde girmemesine özen gösterilmelidir. Dolum yapılacak su kaynağı, doldurmadan önce numune alınarak temiz olduğundan emin olunmalıdır. Eğer temizlik konusunda şüphe olursa,

alternatif bir kaynak gerekebilir veya hat içi filtre yerleştirilmesi gerekebilir. Biyolojik bir kirleticinin (bakteri vb.) önlenmesine yönelik adımların atılması da gerekebilir.

11.5. TESİSAT TEMİZLİK VE YIKAMA YÖNTEMLERİ

11.5.1. Ön Temizlik

Boru tesisatı içerisinde kaynak telleri, kaynak çapakları, çeşitli toz ve diğer kirleticilerden vana montajlarından önce temizlenmelidir. Boruların imalat ve montajı sonrası özellikle farklı türdeki kaynaklar ve artıklarıyla birlikte boru içerisine hava veya su ile süpürme işlemleri ile kaba temizliği yapılmalıdır.

11.5.2. Hassas Temizlik - Yıkama

Boru tesisatı içerisinde kalan her türlü çapak, pas ve artıkları büyük çaplı sistemlerde mekanik sürtünmeli yıkama veya hidrolik sıvı ile süpürmeli yıkama ve steril borularda ise çeşitli gazlar ile yıkama işlemleri yapılır.

Ayrıca tesisat niteliği, çalışma koşulları ve testlerden kalan artıkların da temizlenmesi konusunda sıhhi tesisat sistemlerinde sadece yüksek debi ile yıkama (flushing) söz konusu iken 100 mm ve üzeri çaplı boru hatlarında mekanik sürtünmeli metotlar (pigging) uygulanır. Medikal basınçlı hava, vakum tesisatında basınçlı hava ve gazlar ile temizlik ile yapılır, yakıt, doğalgaz, yangın, kimyasal gaz kaynaklı endüstriyel boru hatlarında ise yine mekanik sürtünmeli metotlar (pigging) uygulanır.

Eğer kimyasal yıkama gerekli görülüyor ise genellikle düşük, orta ve yüksek sıcaklık ısıtma sistemleri ile her türlü soğutma kondenser ve kapalı devre çevrimli kule sistemleri temizleme-yıkama sonrasında kimyasal yıkama süreci ve dozlama yapılır.

1. Kimyasal Yıkama
2. Son Yıkama
3. Nötrleştirme (Asit ile Temizlik Yapılan Sistemler için)
4. Pasifleştirme (Pasivasyon),
5. Korozyon Önleyici Kimyasal Dozlamanın Kapalı Tesisata Uygulanması

11.5.3. Yüksek Debili Su ile Yıkama (Flushing)

Tüm tesisat sistemleri, boru tesisatı, montaj ve basınç testlerin bitim sonrası, tesisat içerisinde kalan imalat montaj aşamasında boru içinde toplanmış kimyasal olmayan her türlü atığı su ile temizleme işlemine tutulur. Boru tesisatı içerisindeki tüm kirletici maddeler temizlenene kadar su en az 0,76 m/s hızla boru en alt nokta veya noktalardan boşaltılır. 100 mm ve üzeri çaplı borularda bu işlemi su ile yapmak pratik olamayacağı için mekanik sürtünme yoluyla temizleme (Pigging) yapılır, daha sonrasında su ile yıkama işlemine tabi tutulur. Bu işlemler yapılırken boru tesisatı içerisinde genelde vana ağızlarına 25 mesh konik süzgeç konur ve temizlik işlemi bittikten sonra çıkartılır. Tüm noktalarında yıkama/temizlik sağlamak, yeterli akış hızlarını sağlamak için yeterli basınç ve debi sağlanmalıdır. Uygulama sırasında sistem boru çalışma hızının %10'u kadar fazla hızı şartı sağlanmalıdır.

- Yıkama işleminin hızlı ve düzgün yapılabilmesi için sistem gidiş kolektörüne geçici ilave su hattı beslemesi yapılmalıdır.
- Devrelerden hızlı su boşaltılmasını karşılayacak gider alt yapısının mevcut olması gereklidir.
- Boru sistem üzerindeki tüm cihazların (Klima Santralları, Kazan, Soğutma Grubu, Soğutma Kulesi, Isı değiştirici, Fankoil, vb.), tesisat ile bağlantılarını kesecek baypas vanaları bulunmalıdır. Böylece cihazlara yıkama suyunun girmeden çevrimin sağlanması gereklidir.
- Pislik tutucularının olduğu tüm noktalarda boşaltmalar sağlanmalıdır.
- Basınç test noktaları boru ve ölçüm cihazları içinde yer almalıdır.
- Devre oksijen etkisinden en az etkilenmesi için hemen doldurulmalıdır.

Mekanik Sürtünme ile Temizlik (Pigging)

Özellikle endüstriyel tesisat ile her türlü temiz su, yeraltı yangın dahil içine boru robotu giremeyen tüm çaplara kadar isale hatlarında bu metot kullanılır. Metot uygulaması çok kolay olup, boru hatlarının her iki ucuna boru çapında flanş konularak bir ucundan boru çap ölçüsünde uygun sert sünger malzeme ıslatıldıktan sonra basınçlı hava vasıtası ile boru içindeki temizleme işlemini yaparak diğer uca ulaşır ve diğer uçta sünger temiz çıkana kadar işlem devam eder. Burada dikkat edilmesi gereken boru iç çapı ölçü ve standart ile temizleme (pig) topunun aynı standart ölçüde olmasıdır ve basınçlı hava kompresörünün yeterli basınç ve debiyi sağlamasıdır. Ayrıca sürekli olarak boru içerisinden geçen akışkan değişiklik gösteriyor ise pig vana seti (launcher) hattın ayrım noktalarına kadar düzenli temizlik yapmak için konulur. Özel olarak bu hatlar temizlendikten sonra aynı zamanda boru sıkış noktasında basınçlı asal gaz verilerek sünger başlangıç noktasına geri gönderilir ve tesisat izole edilir.

Pig çeşitleri- (https://www.pigsforpipeline.com/products/pipeline-cleaning-pigs/)

Çalışma-prensibi

https://www.bing.com/videos/search?q=pig+launcher&&view=detail&mid=3EBB6D1E5804650495773EBB6D1E580465049577&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dpig%2Blauncher%26docid%3D607994118646139743%26mid%3D983719171A5889B0E

11.6. DEZENFEKSİYON

Tüm sıhhi tesisat sistemleri, sağlıkla ilgili hizmet verecek kullanım ve içme suyu gibi boru tesisatı işletmeye alınmadan önce aşağıda tarif edildiği üzere ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı *İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik*'e (Resmî gazete Sayı: 30208) göre dezenfeksiyon işlemine tabi tutulur. Bu konudaki Amerikan AWWA C651 standardı da iyi bir referanstır.

Tesisat basınç testi uygulamasından ve boru tesisatının su ile veya mekanik sürtünme metodu ile temizlendikten hemen sonra, dezenfeksiyon (klorlu malzemeler kullanılarak) işlemi yapılır.

Dezenfeksiyon malzemeleri sıvı klor, kalsiyum hipoklorit veya sodyum hipoklorit 50 ppm'den az olmamak koşulu ile veya onaylanmış miktar tesisat içerisine suyla verilir. PVC malzemeler sadece yukarıda belirtilen çözeltiler ile dezenfeksiyon işlemine tabi olur. Hiçbir koşulda katı madde içeren malzemeler ayrıca tesisata verilemez sadece çözelti formunda kullanmak zorunludur. Kimyasal çözelti ile karıştırılmış su tesisat içerisine konulduktan sonra tüm bakteri ve diğer zararlı organik malzemeleri öldürecek kadar tesisat içerisinde kalması sağlanır. İşlem en az 24 saat uygulanır veya suyun içerisindeki serbest klor artıkları 25 ppm kalana kadar işlem tamamlanmaz ve onaylanmaz. Önce içerisinde kalan imalat montaj aşamasında boru içinde toplanmış her türlü atığı su ile temizleme işlemine tutulur.

Boru tesisatı üzerinde bulunan tüm vanalar birçok kez açılıp kapanarak tüm yüzeylerinin dezenfekte olması sağlanır. Bu işlem tamamlandıktan sonra tesisat temiz su ile tekrar boşaltılan yıkama suyunda serbest klor miktarı 1 ppm değeri altında okunana kadar yıkama işlemi devam eder. Yıkama işlemi sırasında tüm musluklar veya drenaj noktaları açılıp kapanarak bahsedilen değer tüm çıkışlarda görüldükten sonra tüm çıkışlardan alınan numuneler bağımsız bir laboratuvarda test edilip bakteri üremediği onaylanana kadar işlem tekrarlanır. Paslanmaz çelik borularda klor ve klorlu malzemeler ile işlem yapılmaz.

Not-1: Dezenfeksiyon işlemleri için 3. Parti bağımsız bir laboratuvar tarafından görevlendirilmiş bir eleman tarafından numune alma nokta sayısı, alınan kapların niteliği, temizliği ve hacmi dikkatlice belirlenerek alınan numuneler de yedeklenerek işlem tamamlanmalıdır. Test raporları doğru sonuca ulaşana kadar yıkama ve numune alma işlemleri devam eder.

Not-2: Medikal tesisat için temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri EK-6'da detaylı olarak anlatılmıştır.

11.7. DİNAMİK YIKAMA

Kapalı devreli boru sistemi içinde bulunabilecek yabancı malzemelerin temizlenmesi ve çıkarılması için tüm sistemlerin dinamik yıkama ile temizlenmesi gereklidir. Bu konuda BSRIA BG 29/2012 Uygulama Kılavuzu gerekli detayları vermektedir. Yapılan yıkama sırasında, biyolojik yük gelmediğinden (bakteri girişi vb.) emin olmak için özen gösterilmelidir.

Dinamik yıkamanın amacı, ortamdaki fazla kirliliği mümkün mertebe en aza indirmek, boru sistemindeki kirlilik ve tıkanma gibi benzer durumları ortadan kaldırmak ve kimyasal yıkama öncesi ön koşulları yaratmaktır.

- Tesisat tamamen su ile doldurulmalıdır.
- Tesisatta oluşabilecek ve kapalı çevrimi olumsuz etkileyebilecek havanın sistemden atılması sağlanmalıdır.
- Sistemdeki akış hızı, normal işletme hızının %10'u kadar daha hızlı olacak şekilde sirkülasyon pompası çalıştırılmalıdır.
- Sistemde işletme basıncı sabitlenerek, besle- boşalt işlemi yapılmalıdır.

11.8. KİMYASAL TEMİZLİK

Temizleme işlemini tamamlamak için sistemin kimyasal temizliği için bir gereklilik olabilir. Bu, normalde yüklenici ve tasarımcı arasında bir anlaşmaya konu olacaktır. BSRIA Uygulama Kılavuzu Referans AG 1/2001, uygulanabilecek uygun yöntemler hakkında rehberlik eder. Kimyasal temizleme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken bazı önemli konular aşağıda kısaca özetlenmiştir;

- Temizlik kimyasalından zararlı olarak etkilenebilecek tüm bileşenler boru devresi üzerinden çıkarılmalı veya izole edilmelidir.
- SEÇ (Sağlık Emniyet Çevre) görevlisi tarafından yetkilendirilmiş bir kişi, tehlikeli madde kullanımını içeren bu çalışmayı üstlenmeli ve sorumlu olmalıdır.
- Kimyasal temizleme işlemi sonrası, boru içinde bazı malzeme oluşumları ortaya çıkar. Dolayısıyla, bunların daha sonra son yıkama (durulama), nötralize ve ardından pasifleştirme uygulamaları ile ortadan kaldırılmalıdır.
- Kimyasalların tamamen temizlenmesini sağlamak için, ölü hatlara/noktalara özellikle dikkat ederek, sistem temizlendikten sonra olabildiğince çabuk boşaltılmalıdır.
- Paslanmayı önlemek için sistem temizleme işleminden hemen sonra havalandırılmış su ile tekrar doldurulmalıdır.
- Temizlik ve yıkama işleminde kullanılan tüm suyun elden çıkarılmasında (deşarjında) Yerel Su İdaresi (Çevre Koruma Yasalarına uygun olacak şekilde) tarafından kabul edilen prosedürleri izlemeye özen gösterilmelidir.

11.9. TESİSAT SİSTEM DOLDURMA VE ŞARTLANDIRMA

Biyofilm gelişimi riskini ve buna bağlı olarak bakteri kaynaklı problemleri sınırlamak için, sistemin doldurulmasının mümkün olduğunca uzun süre* ertelenmesi önerilir. Doldurulduktan sonra sistemin temizlenmesi ideal olarak 48 saat içinde başlatılmalıdır. Sistemin doldurma hızı, sistemin yüksekliği ve boyutu ile bağlantılı olarak mevcut basınca bağlı olacaktır. Sistem normalde şu yollarla doldurulacaktır:

- Mevcut Su Temini (Su Bağlantı Elemanları) Yönetmeliklerine uygun olarak su şebekesi geçici bağlantısı ile kabul edilebilir bir temiz su kaynağından bağlantı ile veya alternatif olarak mobil araçlar ile temiz su getirilerek sağlanır.
- Geçici bir depo ve pompa düzenlemesinin kurulması.
- Kalıcı kurulum.

Bulunulan lokasyonda temiz su arzının yeterliliği problemli veya su kaynağının temizliği ile ilgili problemlerden kaçınmak için, Yüklenicinin tek kullanımı için geçici bir ana hat tercih edilir. Bakteri problemi olasılığını en aza indirgemeye yardımcı olmak ve biyofilm gelişimi riskini en aza indirgemek için dolum suyu, suda çözünen kimyasal malzeme ile işleme tabi tutulabilir. Tüm işlemler basınç testi sonrasında yapılır.

** Uzun süre tarifi; tesisatın kısmi basınç testi için içerisine su alınmasından ve testin tamamlanmasından itibaren ya tüm boru tesisatı komple boşaltılarak hava ile kurutulur veya içerisine temiz hijyen şartlarında su (sıhhi tesisat boruları hariç) tesisata doldurularak izole edilir. Burada bekleme süresi ile dış ortam şartları ve iklimsel riskler (don, sel, aşırı sıcak ortamda, güneş altında vs.) değerlendirilerek karar verilir. Özellikle boru tesisatına nem girmesi istenmeyen boru tesisatında düşük basınçlı nitrojen, kuru basınçlı hava veya asal gaz verilerek 1 yıla kadar koruma mümkündür.*

11.9.1 Dolum Suyu Şartlandırma

Kapalı devre tesisatında, devrede dolaşan suya ve tesisat sıcaklığına uygun bir inhibitör kimyasal eklenmesi ile boru tesisatının çalışma ömrü boyunca korozyona karşı korunması gereklidir. Bu, dolum suyunun kalitesine ve işlemde kullanılan malzemelerin karışımına, kullanılması gereken kimyasal oran ve ömrüne bağlı olacaktır. Tesisatın işletmesinde düzenli ölçüm yapılarak kimyasal işlemin sürekliliği gereklidir, diğer bir ifade şekliyle boru devresi üzerinde uygun bir giriş vasıtası ile bir dozlama kabı, dozlama pompası ve otomasyonu doğru şeklinde sağlanmalıdır.

11.10. ATIK SU YÖNETİMİ

Tüm tesisat sistemlerinde, borularda bulunan su, test, boru temizleme, yüksek debili yıkama ve/veya dezenfeksiyon ile kimyasal yıkama sonucu çıkan tüm atık sular, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ilgili yönetmelikler çerçevesinde uygun nitelikte bertaraf edilmeli ve doğaya zarar vermeyecek nitelikte depolanmalı ve deşarj edilmelidir.

KAYNAKÇA ve İLGİLİ STANDARTLAR:

Bu el kitabının hazırlanmasında aşağıdaki kaynaklar esas alınmış olup, ana The BESA TR20 Yayını temel olarak referans alınmıştır.

1		THE BESA (HVCA) TR 20- INSTALLATION & TESTING OF PIPEWORK SYSTEMS Part 1 Low Temp. Hot Water Heating, Part-2 Medium Temp. Hot Water Heating Part 3 High Temp. Hot Water Heating Part 4 Hot Water Service Part 5 Cold Water Service Part 6 Chilled Water Part 7 Condenser and Cooling Water Part 8 Steam and Condensate Part 9 Natural Gas Part 10 Oil
2		CIBSE (Chartered Institution of Building Service Engineers) YAYINLARI ve KILAVUZLARI
3		CIBSE Devreye Alma Kodları
4		BSRIA (Building Services Research and Information Association) BG 29/2012 Pre-commission Cleaning of Pipework Systems
5		TS 7363, Mayıs 2018 Doğalgaz- Bina İç Tesisatı Projelendirme ve Uygulama Kuralları
6		İGDAŞ Yayınları 29-2017 Doğalgaz İç Tesisat Teknik Esasları
7		TS 1446, Mayıs 1998 Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) – Depolama Kuralları
8		TÜRK VE AVRUPA TS/EN STANDARTLARI
9		John Dyson 15th March 2004 European Welding Standards Sunumu
10		Birleştirilmiş Tesisler Kılavuz Standartları (UNIFIED FACILITIES GUIDE SPECIFICATIONS)
11		ALÜMİNYUM DERNEĞİ (ALUMINUM ASSOCIATION - AA)
12		AMERİKAN PETROL ENSTİTÜSÜ (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE-API)
13		AMERİKAN MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS - ASME)
14		AMERİKAN SU İŞLERİ TOPLULUĞU (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA)
15		ULUSLARARASI ASTM (ASTM INTERNATIONAL - ASTM)
16		AMERİKAN KAYNAK DERNEĞİ (AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS)
17		DÜKTİL DEMİR BORU ARAŞTIRMA DERNEĞİ (DUCTILE IRON PIPE RESEARCH ASSOCIATION - DIPRA)
18		STANDARTLARIN BİRLİĞİ İÇİN ULUSLARASI ORGANİZASYON (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO)
19		VANA VE BAĞLANTI ELEMANLARI ENDÜSTRİSİ İÇİN ÜRETİCİ STANDARTI TOPLULUĞU (MANUFACTURERS STANDARDIZATION SOCIETY OF THE VALVE AND FITTINGS INDUSTRY - MSS)
20		ULUSLARARASI NACE (NACE INTERNATIONAL - NACE)
21		ULUSAL YANGINDAN KORUNMA DERNEĞİ (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - NFPA)
22		PLASTİK BORU ENSTİTÜSÜ (PLASTICS PIPE INSTITUTE - PPI)
23		MURAT KULAÇ İNTERNET MAKALESİ https://www.metalurjimalzeme.net/korozyon-nedir-korozyon-cesitleri-nelerdir/
24		ÖZLEM KARAMAN Metalürji ve Malzeme Mühendisi Kaynak Mühendisi ISO 15614-1:2017'deki Yenilikler ve ISO 15614-1:2004 + A2:2012 ile Karşılaştırılması
25	API RP2003	American Petroleum Institute: Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lighting, and Stray Current.

26	ATEX 137	European Directive Covering Workplaces with Potentially Explosive Atmospheres.
27	ATEX 95	European Directive Covering Equipment Used in Potentially Explosive Atmospheres.
28	BS 5958:1	British Standard Code of Practice for Control of Undesirable Static Electricity.
29	BS 5958:2	Recommaditions for Particular Industrial Situations
30	CLC/TR 50404	Cenelec Code of Practice for The Avoidance of Hazards Due to Static Electricity.
31	NFPA 77	Recommended Practice on Static Electricity, Published by National Fire Protection Association.
32	AA ANSI H35.2M	Alüminyum Ürünlerinde Ölçüsel Tolerans. (2017) (Dimensional Tolerances for Aluminum Mill Products)
33	API Spec 5L	Hat Borusu (2018; 46th Ed; ERTA 2018) Line Pipe
34	ASME B1.1	(2003; R 2018) Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)
35	ASME B1.20.2M	Genel Amaçlı 60 Boru Dişi (Metric) (2006; R 2011) Pipe Threads, 60 Deg.General Purpose
36	ASME B16.1	Gri Demir Boru Flanş ve Flanş Bağlantı Elemanları klas 25, 125 ve 250 için (2015) Gray Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 25, 125, and 250
37	ASME B16.3	Yumuşatılmış Demir Dişli Bağlantı Elemanları Klas 150 ve 300 (2016) Malleable Iron Threaded Fittings, Classes 150 and 300
38	ASME B16.5	Boru Flanş ve Flanşlı Bağlantı Elemanları için NPS 1/2-NPS 24 Arası Metrik/inc Standardı
		(2017) Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard
39	ASME B16.9	(2018) Factory-Made Wrought Buttwelding Fittings
40	ASME B16.11	Presli İmalat, Soket-Kaynak ve Dişli Bağlantı Elemanları (2016) Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded
41	ASME B16.15	Alaşımlı Bakır Döküm Bağlantı Elemanları Klas 125-250 (2018) Cast Copper Alloy Threaded Fittings Classes 125 and 250
42	ASME B16.18	Alaşımlı Bakır Döküm Lehimli Bağlantı için Basınçlı Bağlantı Elemanları (2018) Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings
43	ASME B16.20	Boru Flanş için Metalik Conta (2017) Metallic Gaskets for Pipe Flanges
44	ASME B16.21	Boru Flanş için Metalik Olmayan Conta (2016) Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges
45	ASME B16.22	(2018) Standard for Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings
46	ASME B16.26	(2018) Standard for Cast Copper Alloy Fittings for Flared Copper Tubes
47	ASME B16.34	(2017) Valves - Flanged, Threaded and Welding End
48	ASME B16.42	(2016) Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings, Classes 150 and 300
49	ASME B31.1	(2018) Power Piping
50	ASME B31.3	(2016) Process Piping
51	ASME B36.10M	(2015; Errata 2016) Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
52	ASME B36.19M	(2004; R 2015) Stainless Steel Pipe
53	ASME B40.100	(2013) Pressure Gauges and Gauge Attachments
54	AWWA C104/A21.4	(2016) Cement-Mortar Lining for Ductile-Iron Pipe and Fittings for Water
55	AWWA C110/A21.10	(2012) Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings for Water
56	AWWA C111/A21.11	(2017) Rubber-Gasket Joints for Ductile-Iron Pressure Pipe and Fittings
57	AWWA C115/A21.15	(2011) Flanged Ductile-Iron Pipe With Ductile-Iron or Gray-Iron Threaded Flanges
58	AWWA C150/A21.50	(2014) Thickness Design of Ductile-Iron Pipe
59	AWWA C151/A21.51	(2017) Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast
60	AWWA C153/A21.53	(2019) Ductile-Iron Compact Fittings for Water Service
61	AWWA C207	(2018) Standard for Steel Pipe Flanges for Waterworks Service, Sizes 4 in. Through 144 in. (100 mm through 3600 mm)
62	AWWA C500	(2009) Metal-Seated Gate Valves for Water Supply Service
63	AWWA C504	(2015) Standard for Rubber-Seated Butterfly Valves

64	AWWA C508	(2017) Swing-Check Valves for Waterworks Service, 2 In. Through 48-In. (50-mm Through 1,200-mm) NPS
65	AWWA C509	(2015) Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service
66	AWWA C606	(2015) Grooved and Shouldered Joints
67	AWWA C651	(2014) Standard for Disinfecting Water Mains
68	AWS A5.3/A5.3M	(1999; R 2007) Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Electrodes for Shielded Metal Arc Welding
69	AWS A5.8/A5.8M	(2019) Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding
70	AWS A5.10/A5.10M	(2017) Welding Consumables - Wire Electrodes, Wires and Rods for Welding of Aluminum and Aluminum-Alloys - Classification
71	ASTM A47/A47M	(1999; R 2018; E 2018) Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings
72	ASTM A48/A48M	(2003; R 2012) Standard Specification for Gray Iron Castings
73	ASTM A53/A53M	(2018) Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
74	ASTM A105/A105M	(2018) Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications
75	ASTM A106/A106M	(2019a) Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service
76	ASTM A126	(2004; R 2019) Standard Specification for Gray Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings
77	ASTM A153/A153M	(2016) Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
78	ASTM A167	(2011) Standard Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip
79	ASTM A181/A181M	(2014) Standard Specification for Carbon Steel Forgings, for General-Purpose Piping
80	ASTM A182/A182M	(2019a) Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service
81	ASTM A183	(2014) Standard Specification for Carbon Steel Track Bolts and Nuts
82	ASTM A193/A193M	(2019) Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service and Other Special Purpose Applications
83	ASTM A194/A194M	(2018) Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High-Pressure or High-Temperature Service, or Both
84	ASTM A216/A216M	(2016) Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service
85	ASTM A268/A268M	(2010; R 2016) Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic and Martensitic Stainless Steel Tubing for General Service
86	ASTM A269/A269M	(2015; R 2019) Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
87	ASTM A307	(2014; E 2017) Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength
88	ASTM A312/A312M	(2019) Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes
89	ASTM A334/A334M	(2004a; R 2016) Standard Specification for Seamless and Welded Carbon and Alloy-Steel
		Tubes for Low-Temperature Service
90	ASTM A351/A351M	(2018) Standard Specification for Castings, Austenitic, for Pressure-Containing Parts
91	ASTM A352/A352M	(2018a) Standard Specification for Steel Castings, Ferritic and Martensitic, for Pressure-Containing Parts, Suitable for Low-Temperature Service
92	ASTM A395/A395M	(1999; R 2018) Standard Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures
93	ASTM A403/A403M	(2019a) Standard Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings
94	ASTM A423/A423M	(2019) Standard Specification for Seamless and Electric-Welded Low-Alloy Steel Tubes
95	ASTM A436	(1984; R 2015) Standard Specification for Austenitic Gray Iron Castings

96	ASTM A479/A479M	(2019) Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels
97	ASTM A513/A513M	(2019) Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing
98	ASTM A536	(1984; R 2014) Standard Specification for Ductile Iron Castings
99	ASTM A576	(2017) Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality
100	ASTM A587	(1996; R 2019) Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Low-Carbon Steel Pipe for the Chemical Industry
101	ASTM A632	(2004; R 2014) Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service
102	ASTM A727/A727M	(2014) Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Components with Inherent Notch Toughness
103	ASTM A780/A780M	(2009; R 2015) Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings
104	ASTM A789/A789M	(2017a) Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
105	ASTM A813/A813M	(2014; R 2019) Standard Specification for Single- or Double-Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
106	ASTM A814/A814M	(2015; R 2019) Standard Specification for Cold-Worked Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
107	ASTM A815/A815M	(2017) Standard Specification for Wrought Ferritic, Ferritic/Austenitic, and Martensitic Stainless Steel Piping Fittings
108	ASTM A858/A858M	(2014) Standard Specification for Heat-Treated Carbon Steel Fittings for Low-Temperature and Corrosive Service
109	ASTM A865/A865M	(2006; R 2017) Standard Specification for Threaded Couplings, Steel, Black or Zinc-Coated Galvanized) Welded or Seamless, for Use in Steel Pipe Joints
110	ASTM B32	(2008; R 2014) Standard Specification for Solder Metal
111	ASTM B42	(2015a) Standard Specification for Seamless Copper Pipe, Standard Sizes
112	ASTM B61	(2015) Standard Specification for Steam or Valve Bronze Castings
113	ASTM B62	(2017) Standard Specification for Composition Bronze or Ounce Metal Castings
114	ASTM B75/B75M	(2011) Standard Specification for Seamless Copper Tube
115	ASTM B88	(2016) Standard Specification for Seamless Copper Water Tube
116	ASTM B88M	(2018) Standard Specification for Seamless Copper Water Tube (Metric)
117	ASTM B210/B210M	(2019a) Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Drawn Seamless Tubes
118	ASTM B241/B241M	(2016) Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube
119	ASTM B247M	(2009) Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Die Forgings, Hand Forgings, and Rolled Ring Forgings (Metric)
120	ASTM B302	(2017) Standard Specification for Threadless Copper Pipe, Standard Sizes
121	ASTM B345/B345M	(2011) Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube for Gas and Oil Transmission and Distribution Piping Systems
122	ASTM B361	(2016) Standard Specification for Factory-Made Wrought Aluminum and Aluminum-Alloy Welding Fittings
123	ASTM B574	(2017) Standard Specification for Low-Carbon Nickel-Chromium-Molybdenum, Low-Carbon Nickel-Molybdenum-Chromium, Low-Carbon Nickel-Molybdenum-Chromium-Tantalum, Low-Carbon Nickel- Chromium-Molybdenum-Copper, and Low-Carbon Nickel- Chromium-Molybdenum-Tungsten Alloy Rod
124	ASTM B813	(2016) Standard Specification for Liquid and Paste Fluxes for Soldering of Copper and Copper Alloy Tube
125	ASTM C552	(2017; E 2018) Standard Specification for Cellular Glass Thermal Insulation
126	ASTM C600	(1985; R 2010) Thermal Shock Test on Glass Pipe

127	ASTM D1418	(2010; R 2016) Standard Practice for Rubber and Rubber Lattices - Nomenclature
128	ASTM D1527	(1999; R 2005) Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe, Schedules 40 and 80
129	ASTM D1784	(2011) Standard Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds
130	ASTM D1785	(2015; E 2018) Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC), Plastic Pipe,
		Schedules 40, 80, and 120
131	ASTM D2235	(2004; R 2016) Standard Specification for Solvent Cement for
		Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe and Fittings
132	ASTM D2239	(2012) Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SIDR-PR) Based on Controlled Inside Diameter
133	ASTM D2241	(2015) Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)
134	ASTM D2310	(2006; R 2012) Machine-Made "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
135	ASTM D2464	(2015) Standard Specification for Threaded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
136	ASTM D2466	(2017) Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
137	ASTM D2467	(2015) Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
138	ASTM D2564	(2012) Standard Specification for Solvent Cements for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems
139	ASTM D2609	(2015) Standard Specification for Plastic Insert Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe
140	ASTM D2657	(2007; R 2015) Heat Fusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings
141	ASTM D2683	(2014) Standard Specification for Socket-Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter-Controlled Polyethylene Pipe and Tubing
142	ASTM D2737	(2012a) Polyethylene (PE) Plastic Tubing
143	ASTM D2774	(2012) Underground Installation of Thermoplastic Pressure Piping
144	ASTM D2855	(2015) Standard Practice for Making Solvent-Cemented Joints with Poly (VinylChloride) (PVC) Pipe and Fittings
145	ASTM D2992	(2012) Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings
146	ASTM D3035	(2015) Polyethylene (PE) Plastic Pipe (DR-PR) Based on Controlled Outside Diameter
147	ASTM D3222	(2018a) Standard Specification for Unmodified Poly (Vinylidene Fluoride) (PVDF) Molding Extrusion and Coating Materials
148	ASTM D3261	(2016) Standard Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing
149	ASTM D3307	(2016) Standard Specification for Perfluoroalkoxy (PFA)-Fluorocarbon Resin Molding and Extrusion Materials
150	ASTM D3308	(2012; R 2017) Standard Specification for PTFE Resin Skived Tape
151	ASTM D3350	(2012) Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
152	ASTM D3754	(2014) "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Sewer and Industrial Pressure Pipe
153	ASTM D3839	(2014) Standard Guide for Underground Installation of "Fiberglass"
		(Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
154	ASTM D3965	(2016) Standard Classification System and Basis for Specifications for Rigid Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Materials for Pipe and Fittings
155	ASTM D4024	(2015) Machine Made "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Flanges
156	ASTM D4101	(2017) Standard Classification System and Basis for Specification for Polypropylene Injection and Extrusion Materials
157	ASTM D4161	(2014) "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Joints Using Flexible Elastomeric Seals

158	ASTM D5421	(2015) Contact Molded "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Flanges
159	ASTM D5685	(2019) Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe Fittings
160	ASTM F336	(2002; R 2016) Standard Practice for Design and Construction of Nonmetallic Enveloped Gaskets for Corrosive Service
161	ASTM F402	(2005; R 2012) Safe Handling of Solvent Cements, Primers, and Cleaners Used for Joining Thermoplastic Pipe and Fittings
162	ASTM F437	(2015) Standard Specification for Threaded Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
163	ASTM F438	(2017) Standard Specification for Socket-Type Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
164	ASTM F439	(2019) Standard Specification for Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
165	ASTM F441/F441M	(2013; E 2013) Standard Specification for Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe, Schedules 40 and 80
166	ASTM F442/F442M	(2013; E 2013) Standard Specification for Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe (SDR-PR)
167	ASTM F477	(2014) Standard Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe
168	ASTM F493	(2014) Solvent Cements for Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe and Fittings
169	ASTM F656	(2010) Primers for Use in Solvent Cement Joints of Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe and Fittings
170	ASTM F714	(2013; R 2019) Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (DR-PR) Based on Outside Diameter
171	ASTM F876	(2017) Standard Specification for Crosslinked Polyethylene (PEX) Tubing
172	ASTM F1055	(2016a) Standard Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene and Crosslinked Polyethylene (PEX) Pipe and Tubing
173	ASTM F1056	(2018) Standard Specification for Socket Fusion Tools for Use in Socket Fusion Joining Polyethylene Pipe or Tubing and Fittings
174	ASTM F1290	(2019) Standard Practice for Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings
175	ASTM F1545	(2015a) Standard Specification for Plastic-Lined Ferrous Metal Pipe, Fittings and Flanges
176	DIPRA TRD	(2016) Thrust Restraint Design for Ductile Iron Pipe
177	ISO 228-1	(2000) Pipe Threads Where Pressure-Tight Joints Are Not Made on The Threads - Part 1:Dimensions, Tolerances and Designation
178	MSS SP-25	(2018) Standard Marking System for Valves, Fittings, Flanges and Unions
179	MSS SP-43	(2013) Wrought Stainless Steel Butt-Welding Fittings
180	NACE SP0185	(2007) Extruded Polyolefin Resin Coating Systems with Soft Adhesives for Underground or Submerged Pipe
181	NFPA 70	(2017; ERTA 1-2 2017; TIA 17-1; TIA 17-2; TIA 17-3; TIA 17-4; TIA 17-5; TIA 17-6; TIA 17-7; TIA 17-8; TIA 17-9; TIA 17-10; TIA 17-11; TIA 17-12; TIA 17-13; TIA 17-14; TIA 17-15; TIA 17-16; TIA 17-17) National Electrical Code
182	NFPA 704	Malzeme Tehlikelerini Tanımlama ve Acil Durum için Davranış Standartları. (2017)Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response)
183	PPI TR-21	Plastik Borularda Isıl Uzama ve Kısalma (2001) (Thermal Expansion and Contraction in Plastic Piping Systems)

EKLER

EK-1 GENEL BORU TASARIMI İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER

E1 GENEL BORU TASARIMI İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER

E1.1 GENEL GEREKLİLİKLER

Tasarım mühendisine ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetleri açısından karar verme aşamasında ilgili şartname ve teknik özelliklerine uygunluk açısından uzmanlaştırma doğrultusunda dokümanlar hazırlanmıştır. Ek kaynak ve metotların kullanımı ile bilgi de zenginleştirilebilir.

Tesisat sistemleri için boru tipini seçerken aşağıdaki faktörler göz önüne alınarak boru malzemesi seçilmelidir. Örnek: yüksek katlı binalarda alt kat grubu ile üst kat grubu arasında su statik basıncı nedeni ile değişik malzemeler gerekebilir. Boru sistemi malzeme seçimi yaparken

- Mutlaka boru kodu, tip, cins ve durumunu belirten yönetmelik kullanılmalı
- Boru içerisindeki akışkan cinsi belirlenmeli,
- Akışkanın boru içerisindeki basınç ve sıcaklığı değerlendirilmeli,
- Boruların bulunduğu çevresel koşullar değerlendirilmeli,
- Montaj ve işletme maliyeti gözden kaçırılmamalıdır.

Tablo E.1.8 boru seçim kriterlerine yardımcı olur.

E1.2 BORU MALZEMELERİ

Genellikle sistemlerde kullanılan malzemeler;

1. Çelik Çekme Borular (dikişsiz, çekme tip)
2. Demir -Çelik Borular (boyuna veya spiral sarmal dikişli) siyah ve galvaniz
3. Bakır Borular (sert ve yumuşak).
4. Plastik ve Termoset Borular.
5. Alüminyum Borular,
6. Pik ve Düktil Borular.

Bahsi edilen tablolarda görüleceği üzere her boru cinsi için ayrı çalışma basıncı, sıcaklığı ve servis vereceği sistemler tarif edilmiştir. Dolayısı ile uygulama alanı ile paralel olarak boru malzemesi fiting ve birleştirme metodu, ayrıca çalışma hız limitleri içerisinde kullanılabilir. Bu konuda pratik notlar ayrıca renk kodları, sabit ve kayar destek mesafeleri ile verilmektedir. Bu konuda ayrıca ASME B31,9 Standardı 4'üncü bölüm ısıtma soğutma sistemleri için kullanılan borularla ilgili tüm bilgileri içerir.

Tablo E1.8 (ASHRAE tablo-5) ısıtma klima ile soğutma boru ve bağlantı elemanları seçim kriterleri konusunda ön fikir verir. Tablo E.1.9 (ASHRAE Tablo-7) plastik esaslı borular ve diğer borular ile aynı zamanda maliyet analizi için seçilen boru malzemeleri konusunda son satırda bilgi de vermektedir.

E1.3 BORU ET KALINLIĞI VE STRES HESAPLARI

E1.3.1 Metal Borular İçin Hesaplar

Stres hesapları yapılabilmesi için aşağıdaki konuların ayrı ayrı iyi anlaşılması gerekmektedir.

1- Boru içi çalışma basıncının yarattığı stres,
2- Basınç ve ağırlıktan dolayı boru boyunca oluşan stres,
3- Uzama ve kısalmadan dolayı oluşan stres.

Metal borular için ASME B31, Standartları izin verilen stres değeri S_A malzemenin dayanımının 1/4 kadar olduğu

$$tm = \frac{PD}{2\,S_E} + A \quad .....(1)$$

$$P = \frac{2\,SE\,(tm - A)}{D} \quad .....(2)$$

tm = Minimum Gerekli Et Kalınlığı (Mm)

S_E = Maksimum İzin Verilen Stres (Kpa)

D = Boru Dış Çapı (Mm)

P = İç Basınç Sistem Çalışma Basıncı

D = 2 X Tm + Boru İç Çap

Uzama - kısalma sebebi ile oluşan stres malzemenin sünmesinden dolayı aşağıdaki (3) no'lu denklemle hesap yapmak mümkündür. Tablo E1.1'deki S_D izin verilen değerler böylece oluşturulmuştur.

$S_A = 1{,}25\,SC + 0{,}25\,Sh$ (3)

S_A = İzin verilen stres aralığı (kPa)

S_C = Sistemin bulunabileceği en düşük sıcaklıktaki izin verilen stres (kPa)

S_h = Sistemin bulunabileceği en yüksek sıcaklıktaki izi verilen stres (kPa)

Örnek -1: Genelde dikişsiz kaynaklı ve ERW borular ısıtma havalandırma sistemlerinde kullanılır. İmalat toleransı %12,5 ve Nominal Çap 50 mm'ye kadar 0,64 mm 65 mm üzeri 1,64 mm korozyon değerine izin verilir.

1/2" (15 mm) Sch 40 boru et kalınlığı 2,77 mm	%12,5 =	0,125 mm
ASTM A 53 F tip CW boru dikişli	d <50	0,64 mm
		Toplam değer= 0,986 mm
P = 2x 6,8 kPa (2,77 mm- 0,986 mm) / 21,3		D = 2 x tm + iç çap
P = 1,137 kPa	340°C için değeri söz konusu iken	
P = 1,860 kPa	120°C için değeri olur.	

ASTM A53 B Dikişsiz boru için Sch 40 P = 2,513 kPa olur.

Emniyetli Çalışma Basıncının Sıcaklıkla Değişimi

Emniyetli çalışma basıncı çeşitli sıcaklıklar için aşağıdaki formül ile hesaplanır;

P_{sw} =2000 x SD x t_m / (D – tm)

S_D = Maksimum izin verilen tasarım çekme kuvveti tavlanmış bakır için (MPa)

t_m = Asgari et kalınlığı (mm)

D = Çekme boru dış çapı (m)

Tablo E1.1 Maksimum İzin Verilen Tasarım Stres Değeri SD

Sıcaklık Aralığı °C	Maksimum İzin Verilen Tasarım Çekme Kuvveti MPa
≤50	41
>50, ≤ 75	34
>75, ≤125	33
>125, ≤150	32
>150, ≤175	28
>175, ≤200	21

Test Basıncı

Test basıncı kısa bir zaman süresinde, bakır çekme boru üzerine uygulanan tavsiye edilmiş en yüksek basınçtır.

$$P_t = 1.5 \times P_{sw}$$

P_{sw} = Bakır çekme borunun emniyetli çalışma basıncı

Tablo E1.2 Bakır Çekme Boru Fiziksel Özellikleri

Komposit Yapı	C12200 Bakır Alaşım = %99.90 en az Fosfor = %0.015-0.040
Ergime Noktası	1083 °C
Yoğunluk	8.94 x 10^3 kg/m^3
Isıl Uzama	0.177 mm/10 °C.m
Elastisite Modülü	17,000 MPa

Yumuşatılmış Çekme Boru	Tavlanmış	Bükülebilir	Sert Çekme
Sertlik HV (Vickers Hardn)	70 maks.	80-100	100 minimum
Akma (%0.2 Onay), (MPa)	70	220	350
Kopma (MPa)	220	280	380

E1.3.2 Plastik ve Termoplastik Borular İçin Hesaplar

Termoplastik ve benzer tekniklerle üretilen borular için boru üzerinde izin verilen stres miktarı, Hidrostatik Tasarım Temel Stresi (HDBS) termoplastik borular için ASTM Standart 2837'ye göre ve cam elyaflı malzemeler için ASTM Standart 2992'ye göre hem statik basınç hem de döngüsel stres kopma test değerleri kullanılarak istatistiksel analiz metodu ile hesaplanır.

İzin verilen stres değeri (HDS) olarak kullanılır ve Hidrostatik Tasarım Temel Stresi (HDBS) değeri bir servis faktörü ile çarpılarak hesaplanır. ASME B31 boru basınç kod Standardına göre Tablo 1.11'de listelenmiş hali imalatçılar tarafından tavsiye edilmiş İzin verilen stres değeri (HDS)'ne göre hazırlanmıştır.

$$t = pD/ (2S+p) \quad (4)$$

t = Tasarım basınç et kalınlığı (mm)

p = Tasarım iç basınç (kPa)

D = Boru dış çapı (mm)

S = Tasarım Stres değeri (HDS) kPa (Manometre Basıncı)

Minimum et kalınlığı değeri, izin verilen mekanik kuvvet üzerine, diş, yiv ve korozyon katsayıları eklenerek hesaplanan tasarım basınç et kalınlığı toplamından elde edilir. Polimerlerin çok çeşitli formüllerle üretilmesi ve her bağlantı şeklinin etkileri değerlendirilen imalatçı tavsiyelerine göre uygulanır.

E1.3.3 Alüminyum Borular için Hesaplar

Basınç Sınıfı : PR = 2St/D

İzin Verilen Stres : S = PRxD/2t

Et Kalınlığı : t =PRxD/2S

Boru Dış Çapı : D = 2St/PR

PR = Basınç Sınıfı, (kPa)

S = İzin Verilen Stres, (HDS) kPa (Manometre Basıncı)

t = Et kalınlığı, (mm)

D = Boru dış Çapı, (mm)

Tablo E1.3 Alüminyum Boru Fiziksel Özellikleri

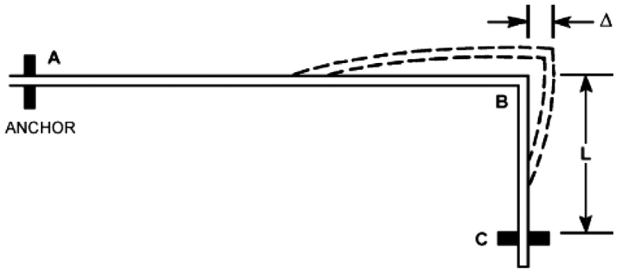
Temperlenmiş(Yumuşatılmış)	Çekme Değerleri		
	Kopma	Akma	Uzama
	MPa	MPa	%
6061 T6	310	276	12
6061 Anealed (tavlanmış)	124	55	25
5083 Anealed (tavlanmış)	310	125	14
6063 T6	240	215	12

E1.4 Borular için Elastiklik Hesapları

Detaylı Boru stres analizi yapmak için bilgisayar programı ile yapmak mümkün olmasına rağmen ısıtma soğutma tesisatında bu hesabı yapmak zor değildir. Boru güzergahı sıcaklık aralıkları yakın olduğu için analizi basit formüle indirebilirsiniz.

L Dirsek Boru Hattı

Her iki taraftan sabit kılavuz ile boru dönüş parçası denklem (5) kullanılarak (Şekil E1)'de BC ayağındaki uzama veya kısalma miktarı, AB parçasının etkisi ile değişim hesaplanarak bulunabilir.



Şekil. E.1 *Sabit Konsol Kiriş*

$$L = \sqrt{\frac{3\Delta DE}{S_A}} \qquad (5)$$

L = BC ayağının AB ayağının termal uzamasını karşılayacak uzama miktarı, mm

Δ = termal uzama kısalma AB parçasının, mm

D = boru gerçek dış çap ölçüsü, mm

E = Elastisite Modülü, kPa

S_A = İzin verilen stres miktarı, kPa

$$L = 75\sqrt{\Delta D} \qquad (6)$$

$$F = \frac{12 E_c I \Delta}{10^6 L^3} \qquad (7)$$

F = Kuvvet Miktarı, kN

L = Boru Eksen Değişme Miktarı, mm

Δ = Eksen Değişme Parça Boy Farkı, mm

D = Boru Gerçek Dış Çap Ölçüsü, mm

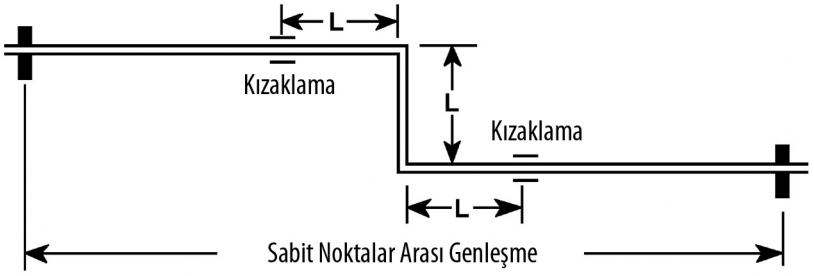
E_C = Elastiksek Modülü, kPa

I = Atalet Momenti, mm^4

Z Dirsek Boru Hattı

Z dirsekli boru hattı sabitlenmiş iki uç arasında hareket kılavuzu eleman ile hareketi yönlendirilen boru L mesafesi kadar gidiş yönü değiştirilmiştir. En basit çok emniyetli hesap yöntemi 5 no'lu denklem ile hesaplanan L mesafesinin %65'i alınarak kullanılır.

Kayar desteklerin arasındaki mesafe L mesafesi (eksen kayma mesafesi) kadar veya daha büyük olmalıdır. Ayrıca boru eksen sapma kısmında da askı, yan destek plakası, yaylı askılar kullanılmalıdır.



Şekil. E.2 *Sabit ve Kayar Konsol Kiriş Z*

$$L = 48.7\sqrt{\Delta D} \qquad (8)$$

L = Boru eksen değişme miktarı, mm

Δ = Sabit noktalar arası uzama miktarı, mm

D = Boru gerçek dış çap ölçüsü, mm

$$F = C_1 \Delta (D/L)^2 \qquad (9)$$

C_1 = 101, kN/mm

F = Kuvvet Miktarı, kN

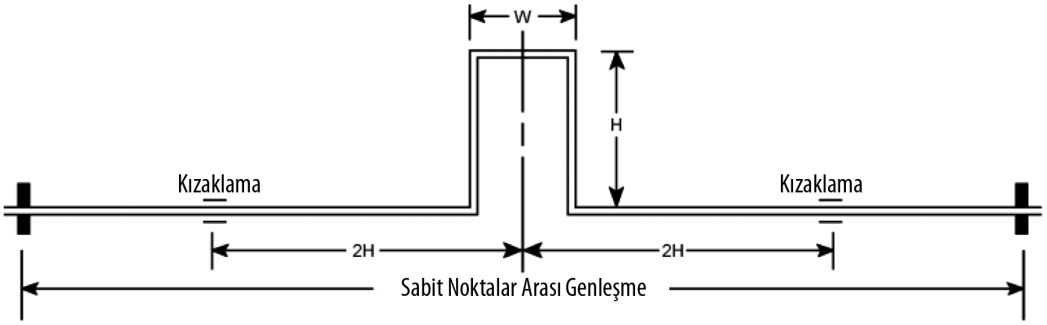
D = Boru Gerçek Dış Çap Ölçüsü, mm

L = Boru Eksenler Arası Mesafe, mm

Δ = Sabit Noktalar Arası Genleşme, mm

Omega Dirsek Boru Hattı

Z dirsekli boru hattı sabitlenmiş iki uç arasında hareket kılavuzu eleman ile hareketi yönlendirilen boru L mesafesi kadar gidiş yönü değiştirilmiştir. En basit çok emniyetli hesap yöntemi 5 no'lu denklem ile hesaplanan L mesafesinin %65 'i alınarak kullanılır.



Şekil. E.3 *Sabit ve Kayar Konsol Kiriş U*

Tablo E1.4 A53 Kalite B Karbon Çelik Boru için 200 °C 'ye Kadar U Tasarımı

Boru	**Sabit noktadan sabit noktaya genleşme, mm**											
Nom. Dış çap	**50**		**10**		**15**		**20**		**25**		**30**	
mm	**W**	**H**	**W**	**H**	**W**	**H**	**W**	**H**	**W**	**H**	**W**	**H**
25	0.6	1.2	0.9	1.8	1.1	2.1	1.2	2.4	1.4	2.7	1.5	3.0
50	0.9	1.8	1.2	2.4	1.5	3.0	1.7	3.4	1.8	3.7	2.1	4.3
80	1.1	2.1	1.5	3.0	1.8	3.7	2.0	4.0	2.3	4.6	2.4	4.9
100	1.2	2.4	1.7	3.4	2.0	4.0	2.3	4.6	2.6	5.2	2.7	5.5
150	1.5	3.0	2.0	4.0	2.4	4.9	2.7	5.5	3.0	6.1	3.4	6.7
200	1.7	3.4	2.3	4.6	2.7	5.5	3.2	6.4	3.7	7.3	4.0	7.9
250	1.8	3.7	2.6	5.2	3.0	6.1	3.5	7.0	4.0	7.9	4.3	8.5
300	2.0	4.0	2.7	5.5	3.4	6.7	3.8	7.6	4.3	8.5	4.7	9.4
350	2.1	4.3	2.9	5.8	3.5	7.0	4.0	7.9	4.6	9.1	4.9	9.8
400	2.3	4.6	3.0	6.1	3.8	7.6	4.3	8.5	4.9	9.8	5.3	10.7
450	2.4	4.9	3.4	6.7	4.0	7.9	4.6	9.1	5.2	10.4	5.6	11.3
500	2.6	5.2	3.5	7.0	4.3	8.5	4.9	9.8	5.5	11.0	5.9	11.9
600	2.7	5.5	3.8	7.6	4.4	8.8	5.3	10.7	5.9	11.9	6.4	12.8

Notlar: W ve H ölçüleri metredir.
L, denklem (4) kullanılarak üretilir. W = L/5 H = 2W
2H + W =L

Ortalama U'yu bozma Kuvveti = 35 N/mm boru çapı
Örnek, 200 mm boru 7600 N Kuvvet yaratır.

Tablo E1.5 Boru ve Çekme Boru için Verilen Stres [a]

ASTM Standartları	Kalite	Tip	Boru İmalatçı İşlemi	Boru Çap Ölçüleri, mm	Asgari Çekme Dayanımı, MPa	Basit Çalışma Stresi S, MPa	Bağlantı Şekli Verim Etkisi Katsayı E	İzin Verilen Stres[b] S_E, MPa	İzin Verilen Stres Aralığı[c] S_A, MPa
A53 Çelik	-	F	Boyuna kaynak	15-100	310	77.5	0.6	46.5	117
A53 Çelik	B	S	Dikişsiz	15-660	413	103	1.0	103	155
A53 Çelik	B	E	ERW	50-500	413	103	0.85	87.6	155
A106 Çelik	B	S	Dikişsiz	15-660	413	103	1.0	103	155
B88 Bakır	-	-	Sert Çekme	8-300	248	62	1.0	62	93.1

[a] Listelenmiş stres değerleri 340 °C'ye kadar Çelik boru içindir. (205 °C'ye kadar Tip F için kullanılır) ve Bakır çekme boru için 120 °C

[b] İç basınç stres hesaplamaları için Denklem (1) ve (2) kullanılır.

[c] Boruların esneklik hesaplarında Denklem (3) ve (4) kullanılır.

Çeşitli Boru Hatları İçin Lineer ve Hacimsel Termal Uzama / Kısalma Hesabı

Çeşitli Boru tesisatında doğal esneklik dışında ayrıca termal Uzama/Kısalma miktarını hesaplamak ve taşıyıcı sistemlere yük vermesini engellemek için pratikte Körüklü Kompansatörler yoğun olarak kullanılır. Kaba olarak hesap formülü çelik borular için kompansatör seçmek amacı ile 10 no'lu formül ve Tablo1.5 değerleri kullanılarak yapılır. Diğer borular için Tablo1.11

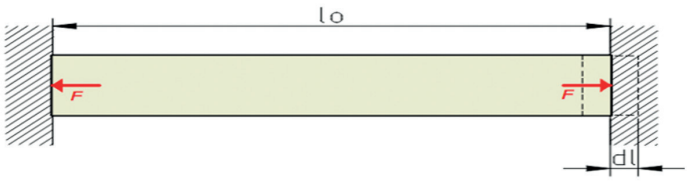
$dl = \alpha L_o dt$ (10)

dl = Genleşme (m)

L_o = Boru Uzunluğu (m)

dt = Sıcaklık Farkı (°C)

α = lineer uzama katsayısı (m/m°K)



Gerilme veya deformasyon- Ucu açık serbest uzama

$\varepsilon = dl / lo$ (11)

ε = gerilme - deformasyon

Elastik modülü (Young's Modulus)

$E = \sigma / \varepsilon$ (12)

E = Young Modulus Pa (N/m^2)

σ = Stres Pa (N/m^2)

Termal (Isıl) Stres

Boru ucu serbest değil ise uzama stres oluşturur – O zaman (10), (11) ve (12)

$\sigma dt = E \varepsilon$

$= E\ dl / l_o$

$= E\ \alpha\ l_o\ dt / l_o$

$\sigma dt = E\ \alpha\ dt$ (13)

σ_{dt} = Sıcaklık değişimi sonucu oluşan stres Pa (N/m^2),

Boyuna Kuvvet

Boru iki ucundan da sabitlenmiş ve serbest hareket edemiyor ise boyuna bir kuvvet oluşturur.

$F = \sigma dt\ A$

$F = E\ \alpha\ dt\ A$ (14)

F = Aksiyel kuvvet (N)

A = Kesit alanı (m^2)

Örnek - Isıtılan Çelik Boru - Isıl Stres ve sınırlandırılmış serbestlik sonucu Uzama kuvveti

DN150 Std. (6 in) Çelik Boru 50 m uzunluğunda içinden geçen sıcak su ile 20 °C'den 90 °C'ye ısınarak uzamaya çalışır. Borunun uzama katsayısı 12 10^{-6} m/mK ve Elastiklik Modulüsü çelik boru için 200 GPa (10^9 N/m^2)

Ucu serbest borudaki uzama:

$dl = (12\ 10^{-6}\ m/mK)\ (50\ m)\ ((90\ °C) - (20\ °C))$

$= 0.042\ m$

Eğer borunun iki ucu da sabitlenmiş ise

$\sigma_{dt} = (200\ 10^9\ N/m^2)\ (12\ 10^{-6}\ m/mK)\ ((90\ °C) - (20\ °C))$

$= 168\ 10^6\ N/m^2\ (Pa)$

$= 168\ MPa$

Not: Eğer boru içerisinde basınç var ise hesaplanan termal stres değeri boru cidarı üzerinde oluşan aksiyel ve dairesel stres değerine vektörel olarak eklenmelidir.

Boru dış çapı 168.275 mm ve et kalınlığı 7.112 mm

Boru kesit alanı hesabı

$A = \pi\ ((168.275\ mm) / 2)^2 - \pi\ ((168.275\ mm) - 2\ (7.112\ mm)) / 2)^2$

$= 3598\ mm^2$

$= 3.6\ 10^{-3}\ m^2$

Ucu sınırlandırılmış borunun üç kısmında üreteceği stres

$F = (168\ 10^6\ N/m^2)\ (3.6\ 10^{-3}\ m^2)$

$= 604800\ N$

$= 604\ kN$

Örnek: Termal Genleşme Stresi Birleşik İki Farklı Malzeme İçin

İki farklı sıcaklık genleşme katsayısına sahip malzeme bir arada kullanıldığında sıcaklık değişimi farklı malzemelerde genleşme stresi yaratır. Betonarme içerisindeki demir donatı veya PE kaplı veya PVC kaplı izolasyonlu bölgesel ısıtma boruları gibi vs.

PVC plastik çubukların 10 m uzunluğunda çelik çubuklar ile kullanılması.

PVC çubukların serbest olarak 100 °C kadar ısıl genleşme miktarı formül (10) kullanılarak

$dl_{PVC} = (50.4\ 10^{-6}\ m/mK)\ (10\ m)\ (100\ °C)$

$= 0.054\ m$

Çelik çubukların serbest 100 oC kadar serbest genleşme miktarı formül (10) kullanılarak

$Dl_{çelik}$ = (12 10^{-6} m/mK) (10 m) (100 °C)

= 0.012 m

Elastik katsayısına ve kesit alanlarına göre çelik PVC'ye göre çok daha dayanıklı olduğu için PVC çubukların üzerindeki stres formül (13)'e göre hesaplanır.

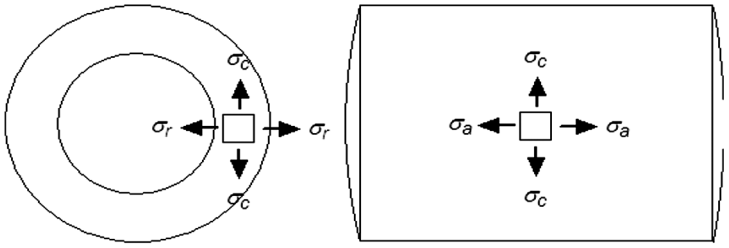
σ_{PVC} = (2.8 10^9 Pa) (0.054 m - 0.012 m) / (10 m)

= 11.8 10^6 Pa

= 11.8 MPa

PVC akma dayanımı yaklaşık olarak 55,2 MPa.

İç ve Dış Basınç Altındaki Kalın Etli Silindirler ve Ucu Sınırlandırılmış Borular İçin Radyal ve Tanjant Stresler



Aksiyel Yöndeki Stres

Boru veya Silindir cidarı üzerinde aksiyel yönde oluşan stres

$\sigma_a = (p_i r_i^2 - p_o r_o^2) / (r_o^2 - r_i^2)$ (15)

σ_a =Aksiyel Yöndeki Stres (MPa)

p_i = Boru veya Silindir İç Basıncı (MPa)

p_o = Boru veya Silindir Dış Basıncı (MPa)

r_i = Boru veya Silindir İç Yarı Çapı (mm)

r_o = Boru veya Silindir Dış Yarı Çapı (mm)

Dairesel Yöndeki Stres (Hoop Stress)

Dairesel yöndeki Stres (Hoop stress) Boru veya Silindirin cidarında aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$\sigma_c = [(p_i r_i^2 - p_o r_o^2) / (r_o^2 - r_i^2)] - [r_i^2 r_o^2 (p_o - p_i) / (r^2 (r_o^2 - r_i^2))]$ (16)

σ_c = Dairesel Yöndeki Stres (MPa)

r = Boru veya Silindir cidarındaki hesap noktası yarı çapı (mm) ($r_i < r < r_o$)

Maksimum stres r = r_i'da (Boru veya Silindir İç yarı çapı) oluşur

Birleşik Stres

Boru veya Silindir içerisinde oluşan Birleşik Stres tek bir düzlemde vektörel olarak tanımlanmaz ve Stres matrisi yerine de basitçe lineer bağlantılı iki vektör denklemi kullanılarak hesaplanır.

Radyal Yündeki Stres

Radyal yöndeki Boru veya Silindir cidarında oluşan stres aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\sigma_r = [(p_i\, r_i^2 - p_o\, r_o^2) / (r_o^2 - r_i^2)] + [r_i^2\, r_o^2\, (p_o - p_i) / (r^2\, (r_o^2 - r_i^2))] \quad (17)$$

Maksimum Stres r = ro 'da (Boru veya Silindir dış Yarı Çapı) oluşur.

Örnek: Silindir cidarındaki Stres hesabı

Silindir İç Çapı 200 mm (Yarı Çap 100 mm) ve Dış Çapı 400 mm (Yarı Çap 200 mm) Basınç farkı 100 MPa dış basınca göre

Aksiyel yöndeki stres

σ_a = (((100 MPa) (100 mm)^2 - (0 MPa) (200 mm)^2) / ((200 mm)^2 - (100 mm)^2)

= 33.3 MPa

Dairesel Yöndeki stres (hoop stress) - iç yarıçap (100 mm)

σ_c = [((100 MPa) (100 mm)^2 - (0 MPa) (200 mm)^2) / ((200 mm)^2 - (100 mm)^2)] - [(200 mm)^2 (100 mm)^2 ((0 MPa)- (100 MPa)) / ((100 mm)^2 ((200 mm)^2 - (100 mm)^2))]

= 167 MPa

Radyal Yöndeki İç Çap üzerindeki Stres Hesabı (100 mm)

σ_r = [((100 MPa) (100 mm)^2 - (0 MPa) (200 mm)^2) / ((200 mm)^2 - (100 mm)^2)] + [(200 mm)^2 (100 mm)^2 ((0 MPa)- (100 MPa)) / ((100 mm)^2 ((200 mm)^2 - (100 mm)^2))]

= -100 MPa

Tablo E1.6 Çeşitli Çelik Borular için Ortalama Termal Genleşme Verileri

Ortalama Genleşme Katsayısı 10-6 (m/m oC)								
Boru Malzemesi	**Sıcaklık Değer Aralığı (°C)**							
	- 35,6	**0- 100**	**0- 204**	**0- 316**	**0- 399**	**0- 482**	**0- 593**	**0- 704**
Alaşımlı Çelik (%1 Cr. %1/2 Mo)	13.9	14.4	15.1	15.8	16.6	17.3	17.6	
Yumuşak Çelik (%0.1- 0.2 C)	12.8	14	14.9	15.7	16.2	17.1	17.5	
Paslanmaz Çelik (%18 Cr. %8 Ni)	19.4	20	20.7	21.2	21.8	22.3	22.7	23

Tablo E1.7 Çelik Boru Verileri

US Nominal Ölçü İn.	Nominal Ölçü mm.	Sch[a]	Et Kalınlığı t, mm	İç Çap d, mm	Yüzey Alanı		Kesit Alanı		Ağırlık		Çalışma Basıncı[c] ASTM A53 B to 200 °C		
					Boru Dış, m^2/sn	Boru İç, m^2/sn	Metal Alan, mm^2	Akış Alanı mm^2	Boru kg/m	Su kg/m	Üretici İşlemi	Bağlantı Tip[b]	kPa (Gösterge)
1/4	8	40 ST	2.24	9.25	0.043	0.029	80.6	67.1	0.631	0.067	CW	T	1296
		80 XS	3.02	7.67	0.043	0.024	101.5	46.2	0.796	0.046	CW	T	6006
3/8	10	40 ST	2.31	12.52	0.054	0.039	107.7	123.2	0.844	0.123	CW	T	1400
		80 XS	3.20	10.74	0.054	0.034	140.2	90.7	1.098	0.091	CW	T	5654
1/2	15	40 ST	2.77	15.80	0.067	0.050	161.5	196.0	1.265	0.196	CW	T	1476
		80 XS	3.73	13.87	0.067	0.044	206.5	151.1	1.618	0.151	CW	T	5192
3/4	20	40 ST	2.87	20.93	0.084	0.066	214.6	344.0	1.68	0.344	CW	T	1496
		80 XS	3.91	18.85	0.084	0.059	279.7	279.0	2.19	0.279	CW	T	4695
1	25	40 ST	3.38	26.64	0.105	0.084	318.6	557.6	2.50	0.558	CW	T	1558
		80 XS	4.55	24.31	0.105	0.076	412.1	464.1	3.23	0.464	CW	T	4427
1-1/4	32	40 ST	3.56	35.05	0.132	0.110	431.3	965.0	3.38	0.965	CW	T	1579
		80 XS	4.85	32.46	0.132	0.102	568.7	827.6	4.45	0.828	CW	T	4096
1-1/2	40	40 ST	3.68	40.89	0.152	0.128	515.5	1 313	4.05	1.313	CW	T	1593
		80 XS	5.08	38.10	0.152	0.120	689.0	1 140	5.40	1.140	CW	T	3972
2	50	40 ST	3.91	52.50	0.190	0.165	690.3	2 165	5.43	2.165	CW	T	1586
		80 XS	5.54	49.25	0.190	0.155	953	1 905	7.47	1.905	CW	T	3799
2-1/2	65	40 ST	5.16	62.71	0.229	0.197	1 099	3 089	8.62	3.086	CW	W	3675
		80 XS	7.01	59.00	0.229	0.185	1 454	2 734	11.40	2.734	CW	W	5757
3	80	40 ST	5.49	77.93	0.279	0.245	1 438	4 769	11.27	4.769	CW	W	3323
		80 XS	7.62	73.66	0.279	0.231	1 946	4 261	15.25	4.261	CW	W	5288
4	100	40 ST	6.02	102.26	0.359	0.321	2 048	8 213	16.04	8.213	CW	W	2965
		80 XS	8.56	97.18	0.359	0.305	2 844	7 417	22.28	7.417	CW	W	4792
6	150	40 ST	7.11	154.05	0.529	0.484	3 601	18 639	28.22	18.64	ERW	W	4799
		80 XS	10.97	146.33	0.529	0.460	5 423	16 817	42.49	16.82	ERW	W	8336
8	200	30	7.04	205.0	0.688	0.644	4 687	33 000	36.73	33.01	ERW	W	3627
		40 ST	8.18	202.7	0.688	0.637	5 419	32 280	42.46	32.28	ERW	W	4433
		80 XS	12.70	193.7	0.688	0.608	8 234	29 460	64.51	29.46	ERW	W	7626
10	250	30	7.80	257.5	0.858	0.809	6 498	52 060	50.91	52.06	ERW	W	3344
		40 ST	9.27	254.5	0.858	0.800	7 683	50 870	60.20	50.87	ERW	W	4178
		XS	12.70	247.7	0.858	0.778	10 388	48 170	81.39	48.17	ERW	W	6116
		80	15.06	242.9	0.858	0.763	12 208	46 350	95.66	46.35	ERW	W	7453
12	300	30	8.38	307.1	1.017	0.965	8 307	74 060	65.09	74.06	ERW	W	3096
		ST	9.53	304.8	1.017	0.958	9 406	72 970	73.70	72.97	ERW	W	3641
		40	10.31	303.2	1.017	0.953	10 158	72 190	79.59	72.21	ERW	W	4020
		XS	12.70	298.5	1.017	0.938	12 414	69 940	97.28	69.96	ERW	W	5157
		80	17.45	289.0	1.017	0.908	16 797	65 550	131.62	65.57	ERW	W	7419
14	350	30 ST	9.53	336.6	1.117	1.057	10 356	88 970	81.15	88.96	ERW	W	3316
		40	11.10	333.4	1.117	1.047	12 013	87 290	94.13	87.30	ERW	W	3999
		XS	12.70	330.2	1.117	1.037	13 681	85 610	107.21	85.63	ERW	W	4695
		80	19.05	317.5	1.117	0.997	20 142	79 160	157.82	79.17	ERW	W	7453
16	400	30 ST	9.53	387.4	1.277	1.217	11 876	117 800	93.06	117.8	ERW	W	2903
		40 XS	12.70	381.0	1.277	1.197	15 708	114 000	123.09	114.0	ERW	W	4109
18	450	ST	9.53	438.2	1.436	1.376	13 396	150 800	104.98	150.8	ERW	W	2579
		30	11.10	435.0	1.436	1.367	15 556	148 600	121.90	148.6	ERW	W	3110
		XS	12.70	431.8	1.436	1.357	17 735	146 450	138.97	146.4	ERW	W	3654
		40	14.27	428.7	1.436	1.347	19 863	144 300	155.65	144.3	ERW	W	4185
20	500	20 ST	9.53	489.0	1.596	1.536	14 916	187 700	116.88	187.4	ERW	W	2324
		30 XS	12.70	482.6	1.596	1.516	19 762	182 900	154.85	182.9	ERW	W	3289
		40	15.06	477.9	1.596	1.501	23 325	179 400	182.78	179.4	ERW	W	4006

[a] Sch numaraları ASME Standard B36.10M, ST=Standart, XS= Ekstra Güçlü

[b] T= Dişli, W=Kaynaklı

[c] ASME B31.9'a göre çalışma basıncı fırında alın kaynağı (butt-weld), Sürekli Kaynak (Continuous Weld CW) 100 mm'ye kadar ve üzeri elektrik direnç kaynak (ERW) İzin verilen tolerans değerleri

(1) T'nin %12.5 Boru et kalınlığı üzerine tolerans payı, artı

(2) Boru NPS 2 ve alt çaplar için 0.64 mm korozyon toleransı, Boru çapı NPS 2½-20 arası 1.65 mm korozyon toleransı alınır, artı

(3) Diş açma kesme toleransı NPS 2 boru çapına kadar, Dişli borularda standart boru et kalınlığı, diş kalınlığı çıktıktan sonra A değeri çok düşer, mekanik boru dayanıklılığı zayıflar. Doğru uygulama dişli standart boruda izin verilen basınç 620 kPa (gösterge) buhar için 860 kPa (gösterge) su için kabul etmekte fayda var.

Tablo E1.8 Bakır Çekme Boru Verileri

US Nominal Ölçü İn.	Tip	Et Kalınlığı t, mm	Çap		Yüzey Alanı		Kesit Alanı		Ağırlık		Çalışma Basıncı[a,b,c] ASTM B88 to 120 °C	
			Dış Çap D, mm	İç Çap d, mm	Dış m^2/m	İç m^2/m	Metal Alan, mm^2	Akış Alanı mm^2	Boru kg/m	Su kg/m	MPa (gage)	
											Tavlanmış	Çekme
1/4	K	0.89	9.53	7.75	0.030	0.0244	24	47	0.216	0.047	5.868	11.004
	L	0.76	9.53	8.00	0.030	0.0250	21	50	0.188	0.050	5.033	9.432
3/8	K	1.24	12.70	10.21	0.040	0.0320	45	82	0.400	0.082	6.164	11.556
	L	0.89	12.70	10.92	0.040	0.0344	33	94	0.295	0.094	4.399	8.253
	M	0.64	12.70	11.43	0.040	0.0360	24	103	0.216	0.103	3.144	5.895
1/2	K	1.24	15.88	13.39	0.050	0.0421	57	141	0.512	0.141	4.930	9.246
	L	1.02	15.88	13.84	0.050	0.0436	48	151	0.424	0.151	4.027	7.543
	M	0.71	15.88	14.45	0.050	0.0454	34	164	0.302	0.164	2.820	5.282
5/8	K	1.24	19.05	16.56	0.060	0.0521	70	215	0.622	0.215	4.109	7.702
	L	1.07	19.05	16.92	0.060	0.0530	60	225	0.539	0.225	3.523	6.605
3/4	K	1.65	22.23	18.92	0.070	0.0594	106	281	0.954	0.281	4.668	8.757
	L	1.14	22.23	19.94	0.070	0.0628	75	312	0.667	0.312	3.234	6.061
	M	0.81	22.23	20.60	0.070	0.0646	55	333	0.488	0.333	2.303	4.309
1	K	1.65	28.58	25.27	0.090	0.0792	139	502	1.249	0.502	3.634	6.812
	L	1.27	28.58	26.04	0.090	0.0817	109	532	0.973	0.532	2.792	5.240
	M	0.89	28.58	26.80	0.090	0.0841	77	564	0.691	0.564	1.958	3.668
1-1/4	K	1.65	34.93	31.62	0.110	0.0994	173	785	1.543	0.785	2.972	5.571
	L	1.40	34.93	32.13	0.110	0.1009	147	811	1.316	0.811	2.517	4.716
	M	1.07	34.93	32.79	0.110	0.1030	114	845	1.015	0.845	1.924	3.599
	DWV	1.02	34.93	32.89	0.110	0.1033	108	850	0.967	0.850	1.827	3.727
1-1/2	K	1.83	41.28	37.62	0.130	0.1183	226	1 111	2.025	1.111	2.786	5.226
	L	1.52	41.28	38.23	0.130	0.1201	190	1 148	1.701	1.145	2.324	4.351
	M	1.24	41.28	38.79	0.130	0.1219	157	1 181	1.399	1.182	1.896	3.558
	DWV	1.07	41.28	39.14	0.130	0.1228	135	1 203	1.204	1.203	1.627	3.048
2	K	2.11	53.98	49.76	0.170	0.1564	343	1 945	3.070	1.945	2.455	4.606
	L	1.78	53.98	50.42	0.170	0.1585	292	1 997	2.606	1.997	2.069	3.951
	M	1.47	53.98	51.03	0.170	0.1603	243	2 045	2.171	2.045	1.717	3.220
	DWV	1.07	53.98	51.84	0.170	0.1628	177	2 111	1.585	2.111	1.241	2.331
2-1/2	K	2.41	66.68	61.85	0.209	0.1942	487	3 004	4.35	3.004	2.275	4.268
	L	2.03	66.68	62.61	0.209	0.1966	413	3 079	3.69	3.179	1.917	3.592
	M	1.65	66.68	63.37	0.209	0.1990	337	3 154	3.02	3.154	1.558	2.917
3	K	2.77	79.38	73.84	0.249	0.2320	666	4 282	5.96	4.282	2.193	4.109
	L	2.29	79.38	74.80	0.249	0.2350	554	4 395	4.95	4.395	1.813	3.392
	M	1.83	79.38	75.72	0.249	0.2378	446	4 503	3.98	4.503	1.448	2.717
	DWV	1.14	79.38	77.09	0.249	0.2423	281	4 667	2.51	4.667	0.903	1.696
3-1/2	K	3.05	92.08	85.98	0.289	0.2701	852	5 806	7.62	5.806	2.082	3.903
	L	2.54	92.08	87.00	0.289	0.2733	714	5 994	6.39	5.944	1.738	3.254
	M	2.11	92.08	87.86	0.289	0.2761	596	6 063	5.33	6.063	1.441	2.703
4	K	3.40	104.78	97.97	0.329	0.3078	1084	7 538	9.69	7.538	2.041	3.827
	L	2.79	104.78	99.19	0.329	0.3115	895	7 727	8.00	7.227	1.675	3.144
	M	2.41	104.78	99.95	0.329	0.3139	776	7 846	6.94	7.846	1.448	2.717
	DWV	1.47	104.78	101.83	0.329	0.3200	478	8 144	4.27	8.144	0.883	1.655
5	K	4.06	130.18	122.05	0.409	0.3834	1610	11 699	14.39	11.70	1.965	3.682
	L	3.18	130.18	123.83	0.409	0.3889	1266	12 042	11.32	12.04	1.531	2.875
	M	2.77	130.18	124.64	0.409	0.3917	1108	12 201	9.91	12.20	1.338	2.510
	DWV	1.83	130.18	126.52	0.409	0.3975	737	12 572	6.59	12.57	0.883	1.655
6	K	4.88	155.58	145.82	0.489	0.4581	2309	16 701	20.64	16.70	1.972	3.696
	L	3.56	155.58	148.46	0.489	0.4663	1698	17 311	15.18	17.31	1.434	2.696
	M	3.10	155.58	149.38	0.489	0.4694	1484	17 525	13.27	17.53	1.255	2.351
	DWV	2.11	155.58	151.36	0.489	0.4755	1016	17 993	9.09	17.99	0.855	1.600
8	K	6.88	206.38	192.61	0.648	0.6050	4314	29 137	38.56	29.14	2.096	3.930
	L	5.08	206.38	196.22	0.648	0.6163	3212	30 238	28.71	30.24	1.544	2.903
	M	4.32	206.38	197.74	0.648	0.6212	2741	30 710	24.50	30.71	1.317	2.468
	DWV	2.77	206.38	200.84	0.648	0.6309	1771	31 680	15.83	31.62	0.841	1.579
10	K	8.59	257.18	240.00	0.808	0.7541	6705	45 241	59.93	45.15	2.096	3.937
	L	6.35	257.18	244.48	0.808	0.7681	5004	46 942	44.73	46.94	1.551	2.910
	M	5.38	257.18	246.41	0.808	0.7742	4259	47 686	38.04	47.69	1.317	2.468
12	K	10.29	307.98	287.40	0.968	0.9028	9621	64 873	85.99	64.87	2.103	3.937
	L	7.11	307.98	293.75	0.968	0.9229	6722	67 771	60.09	67.77	1.455	2.724
	M	6.45	307.98	295.07	0.968	09269	6112	68 382	54.63	68.38	1.317	2.468

a Kaynaklı veya lehimli bağlantı elemanları birleştirilirken basınç sızımını bağlantı şekli belirler.

b Çalışma basıncı hesabı ASME Standard B31.9'a göre izin verilen stresler için A 596 tolerans boru et kalınlığı hesabında kullanılır. Yüksek boru dayanımı için düşük sıcaklıklarda kullanmak gerekir.

c Eğer sert çekme borularda kaynak veya lehimli bağlantı elemanı kullanılıyorsa tavlanmış fitting kullanınız. Bütün boru izin verilen basınç değeri alev sıcaklığı veya sıkıştırma tip bağlantı elemanına göre kabul edilir.

Tablo E1.9 Bakır Çekme Boru Bağlantıları İçin Çalışma Basıncı

		Boru İçi Çalışma Basıncı kPa					
		Su ve Korozif Olmayan Sıvı ve Gazlar[a]					Doymuş Buhar ve Kondens
	Hizmet Sıcaklığı	Nominal Çekme Boru Ölçüsü (Tip K, L, M), mm					
	°C	8-25	32-50	65-100	125-200[d]	250-300[d]	8-200
Bağlantı montaj alaşımı 50-50 Teneke Kurşun[b] Lehim (ASTM B32 Gr 50A)	38	1380	1210	1030	900	690	-
	66	1030	860	690	620	480	-
	93	690	620	520	480	350	-
	120	590	520	350	310	280	100
95-5 Teneke-Antimon[c] Lehim (ASTM B32 Gr 50TA)	38	3450	2760	2070	1860	1030	-
	66	2760	2410	1900	1720	1030	-
	93	2070	1720	1380	1240	970	-
	120	1380	1200	1030	930	760	100
540 °C ve üzeri eriyen Lehim alaşımı	38-93	[d]	[d]	[d]	[d]	[d]	-
	120	2070	1450	1170	1030	1030	-
	175	1860	1310	1030	1030	1030	830

Kaynak: ASME Standart B31.9 Bina Boru Tesisatı

[a] Lehimli bağlantı aşağıdaki tesisat türlerinde kullanılmaz

(1) Yanıcı ve Toksik Gaz ve Sıvılar

(2) Gaz Buhar veya basınçlı hava tesisatı 100 mm üzerindeki çaplar için kullanılmaz, ancak 140 kPa (gage) maksimum basınç sınırı altındaysa kullanılabilir.

[b] Sıhhi tesisat borularında kurşun lehim kullanılmaz.

[c] Teneke-antimon lehim eğer karar verici kabul ediliyorsa kullanım suyu besleme hatlarında kullanılabilir.

[d] 93 °C'ye kadar boru lehimli bağlantının izin verdiği basınca kadar kullanılır.

Tablo E1.10 Isıtma ve Klima Uygulama İçin Tavsiye Edilen Boru ve Bağlantı Elemanları Malzemesi

Tesisat Uygulaması	Boru Malzemesi	Boru Tipi	Bağlantı Şekli	Bağlantı Elemanları		SİSTEM	
				Klas	Malzeme	Sıcaklık °C	Max Basınç ve Sıcaklıkta[a] kPa (gage)
Kapalı Devre Sirkülasyon D=50 mm ve alt çaplardaki borular	Çelik (soğuk su)	Standart	Dişli	125	Dökme Demir	120°	860
	Bakır (Sert)	Tip L	Lehim veya Gümüş Kaynağı[b]		Dövme Bakır	120°	1030
	PVC	Sch 80	Solvent Yapıştırıcı	Sc 80	PVC	24°	
	CPVC	Sch 80	Solvent Yapıştırıcı	Sc 80	CPVC	65°	
	Pb	SDR-11	Isıtarak FÜZYON Kaynağı		Pb	70°	
			Sıkıştırma Metodu		Metal	70°	
Buhar ve Kondens Hatları D=50 mm ve alt çapları	Çelik (cw)	Standart[c]	Dişli-Vidalı	125	Dökme Demir		620
			Dişli-Vidalı	150	Alaşımlı Yumuşak Demir		620
	A53 B	Standart[c]	Dişli-Vidalı	125	Dökme Demir		690
	ERW Çelik						
			Dişli-Vidalı	150	Alaşımlı Yumuşak Demir		860
	A53 B	Ağır Seri	Dişli-Vidalı	250	Dökme Demir		1380
	ERW Çelik						
			Dişli-Vidalı	300	Alaşımlı Yumuşak Demir		1720
Buhar ve Kondens Hatları D=65 mm – D=300 mm arası boru çapları	Çelik	Standart[c]	Kaynaklı	Standart	Patent Çelik		1720
			Flanş	150	Patent Çelik		1380
			Flanş	125	Dökme Demir		680
	A53 B	Ağır Seri (XS)	Kaynaklı	XS	Patent Çelik		4830
	ERW Çelik						
			Flanş	300	Patent Çelik		3450
			Flanş	250	Dökme Demir		1380
Soğutucu Akışkan Gaz	Bakır (Sert)	Tip L	Pirinç Lehim		Dövme Bakır		
		veya K					
	A53 B	Standart	Kaynak		Dövme Çelik		
	SML Çelik						
Toprak Altı Su Tesisat Boruları	Bakır (Sert)		Pirinç Lehim veya Gümüş Kaynağı[b]		Dövme Bakır		
D=300 mm'ye Kadar		Tip K				24	2410
D=150 mm'ye Kadar	Düktil Demir Boru	Class 50	Mekanik Bağlantı		Dökme Demir	24	1720
	Pb	SDR 9, 11	Isı Kaynak		Pb	24	
		SDR7,11,5	Metal Kıvırma		Metal	24	
Bina İçi Sıhhi Tesisat Kullanım Suyu	Bakır (Sert)	Tip L	Pirinç Lehim veya Gümüş		Dövme Bakır	24	2410
	Galvaniz	Standart	Vidalı Dişli		Galvaniz Döküm Boru	24	860
					Galvaniz Yumuşak Demir Boru	24	860
	Pb	SDE-11	Füzyon Kaynağı		Pb	24	860
			Metal Kıvırma		Metal	24	

a: Maksimum çalışma basıncı esas alınarak değerler oluşturulmuştur. Daha yüksek basınçlarda daha düşük sıcaklık ve boru çapı kullanılır. Bağlantı elemanları ve vanalarda göz önüne alınmalıdır.

b: Kurşun ve antimon bazlı lehim kullanım su tesisatında kullanılamaz. Bu tesisatta lehim ve gümüş kaynağı kullanılabilir.

c: Bütün dişli kondens hatlarında korozyon nedeni ile XS (Extra Strong) boru kullanılması tavsiye edilir.

Tablo E1.11 Termoplastik Borular Ait Veriler

Malzeme			Hidrostatik[b] Tasarım Stresi, MPa (at 23°C)			Üst Sıcaklık Sınırı °C		HDS[b] Üst		Çarpma Elastisite		Genleşme	Isı	Göreceli
Anma İsmi	Tip ve Kalite Sınıf	Hücre No.	Dayanım, MPa (at 23°C)	Üretici	ASME B31	Üretici	ASME B31	Sınır, MPa	Yoğunluk, kg/m³	Dayanım, N (at 23°C)	Modulusü GPa (at 23°C)	Katsayısı, µm/(m·K)	İletkenliği, W/(m·K)	Boru Maliyeti[c]
TERMOPLAST														
PVC 1120	T I,G1	12454-B	52	14	14	60	66	3.0	1400	43	2.90	54	0.159	1.0
PVC 1200	T I,G2	12454-C			14		66				2.83	63		
PVC 2120	T II,G1	14333-D			14		66					54		
CPVC 4120	T IV,G1	23447-B	55	14	14	99	99	2.2	1550	80	2.92	63	0.137	2.9
PB 2110	T II,G1		33	7	7	82	82	3.4	930		0.26	130	0.216	2.9
PE 2306	Gr. P23				4.3		60				0.62	144		
PE 3306	Gr. P34				4.3		70				0.90	126		
PE 3406	Gr. P33				4.3		82				1.03	108		
HDPE 3408	Gr. P34	355434-C	34	11	5.5	60	82	5.5	960	640	0.76	216	0.389	1.1
PP			34	4.9		100	99		910	70	0.83	108	0.187	2.9
ABS	Duraplus	6-3-3	38			80			1060	450	1.65	101	0.245	3.4
ABS 1210	T I,G2	5-2-2			7		82	4.4			1.72	99		
ABS 1316	T I,G3	3-5-5			11		82	6.9			2.34	72		
ABS 2112	T II,G1	4-4-5			8.6		82	5.5				72		
PVDF			48	8.8		138	135	2.1	1780	200	0.86	142	0.115	28.0
Termoplastikler														
Epoksi-Cam	RTRP-11AF		303	55		99		48				6.90	16 to 23	0.418
Polyester-Cam	RTRP-12EF		303	62		93		34				6.90	16 to 20	0.187
Karşılaştırma														
Çelik	A 53 B	ERW	413		88		427	63	7800	1600	190	11.4	49.6	1.3
Bakır	Tip L	Çekme	248		62		204	56	8900		117	17.1		3.5

[a] Burada listelenen tüm özel isimli listelenmiş malzemeler farklı formüller ile üretilmiştir. Malzeme seçilirken İmalatçıdan seçim için mutlaka yardım almak gerekir. Buradaki değerler sadece karşılaştırmak içindir

[b] Hidrostatik tasarım Stresi (HDS) İzin verilen tasarım Stresi demektir.

[c] Temel olarak boru maliyeti esas alınmıştır. İmalatçı bağlantı elemanlar, montaj işçilik ve askı maliyetleri göz önüne alınmamıştır

Tablo E1.12 Çeşitli Boruların Termal Uzama/Kısalma Verileri

Temperature Expansion of Pipes *(in/100 ft)* *(m/100m)*

Saturated Steam Pressure [1] (psi) (bar)	Temperature (°F) (deg C)	Cast Iron	Carbon and carbon Molybdenum	Wrought Iron	4-6% Cr. Alloy Steel	12% Cr. Stainless Steel	18 Cr. -8Ni Stainless Steel	Copper	Brass	Aluminu 2-S
	-200 -129	-1.058 -0.0882	-1.282 -0.107	-1.289 -0.107	-1.250 -0.104	-1.170 -0.0975	-2.030 -0.169	-1.955 -0.163	-2.065 -0.172	-2.69 -0.224
	-180 -118	-0.982 -0.0818	-1.176 -0.098	-1.183 -0.0986	-1.150 -0.0958	-1.070 -0.0892	-1.850 -0.154	-1.782 -0.148	-1.890 -0.157	-2.44 -0.203
	-160 -107	-0.891 -0.0742	-1.066 -0.0888	-1.073 -0.0894	-1.030 -0.0858	-0.970 -0.0808	-1.670 -0.139	-1.612 -0.134	-1.705 -0.142	-2.18 -0.182
	-140 -95.6	-0.797 -0.0664	-0.948 -0.079	-0.955 -0.0796	-0.970 -0.0808	-0.870 -0.0725	-1.480 -0.123	-1.428 -0.119	-1.508 -0.126	-1.93 -0.161
	-120 -84.4	-0.697 -0.0581	-0.826 -0.0688	-0.833 -0.0694	-0.800 -0.0667	-0.750 -0.0625	-1.300 -0.108	-1.235 -0.103	-1.308 -0.109	-1.67 -0.139
	-100 -73.3	-0.593 -0.0494	-0.698 -0.0582	-0.705 -0.0587	-0.700 -0.0583	-0.630 -0.0525	-0.090 -0.0075	-1.040 -0.0867	-1.098 -0.0915	-1.40 -0.117
	-80 -62.2	-0.481 -0.0401	-0.563 -0.0469	-0.570 -0.0475	-0.550 -0.0458	-0.520 -0.0433	-0.880 -0.0733	-0.835 -0.0696	-0.888 -0.074	-1.12 -0.0933
	-60 -51.1	-0.368 -0.0307	-0.428 -0.0357	-0.435 -0.0362	-0.430 -0.0358	-0.400 -0.0333	-0.670 -0.0558	-0.630 -0.0525	-0.673 -0.0561	-0.85 -0.0708
	-40 -40	-0.248 -0.0207	-0.288 -0.024	-0.295 -0.0246	-0.290 -0.0242	-0.270 -0.0225	-0.450 -0.0375	-0.421 -0.0351	-0.452 -0.0377	-0.58 -0.0483
	-20 -28.9	-0.127 -0.0106	-0.145 -0.0121	-0.152 -0.0127	-0.145 -0.0121	-0.130 -0.0108	-0.225 -0.0187	-0.210 -0.0175	-0.227 -0.0189	-0.28 -0.0233
	0 -17.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20 -6.67	0.128 0.0107	0.148 0.0123	0.180 0.015	0.140 0.0117	0.140 0.0117	0.223 0.0186	0.238 0.0198	0.233 0.0194	0.32 0.0267
	32	0.209 0.0174	0.230 0.0192	0.280 0.0233	0.234 0.0195	0.234 0.0195	0.356 0.0297	0.366 0.0305	0.373 0.0311	0.50 0.0417
29.39 2.03	40 4.44	0.270 0.0225	0.300 0.025	0.350 0.0292	0.280 0.0233	0.280 0.0233	0.446 0.0372	0.451 0.0376	0.466 0.0388	0.63 0.0525
	60 15.6	0.410 0.0342	0.448 0.0373	0.540 0.045	0.430 0.0358	0.430 0.0358	0.669 0.0558	0.684 0.057	0.690 0.0575	0.93 0.0775
28.89 1.99	80 26.7	0.550 0.0458	0.580 0.0483	0.710 0.0592	0.500 0.0417	0.550 0.0458	0.892 0.0743	0.896 0.0747	0.920 0.0767	1.24 0.103
27.99 1.93	100 37.8	0.680 0.0567	0.753 0.0628	0.887 0.0739	0.650 0.0542	0.690 0.0575	1.115 0.0929	1.134 0.0945	1.150 0.0958	1.53 0.128
26.48 1.83	120 48.9	0.830 0.0692	0.910 0.0758	1.058 0.0882	0.800 0.0667	0.820 0.0683	1.338 0.112	1.366 0.114	1.390 0.116	1.84 0.153
24.04 1.66	140 60	0.970 0.0808	1.064 0.0887	1.240 0.103	0.950 0.0792	0.960 0.08	1.545 0.129	1.590 0.133	1.625 0.135	2.15 0.179
20.27 1.4	160 71.1	1.110 0.0925	1.200 0.1	1.420 0.118	1.100 0.0917	1.090 0.0908	1.784 0.149	1.804 0.15	1.865 0.155	2.46 0.205
14.63 1.01	180 82.2	1.240 0.103	1.360 0.113	1.580 0.132	1.250 0.104	1.230 0.103	2.000 0.167	2.051 0.171	2.100 0.175	2.77 0.231
6.45 0.445	200 93.3	1.390 0.116	1.520 0.127	1.750 0.146	1.400 0.117	1.380 0.115	2.230 0.186	2.296 0.191	2.340 0.195	3.08 0.257
0	212 100	1.480 0.123	1.610 0.134	1.870 0.156	1.500 0.125	1.460 0.122	2.361 0.197	2.428 0.202	2.467 0.206	3.28 0.273
2.5 0.173	220 104	1.530 0.128	1.680 0.14	1.940 0.162	1.550 0.129	1.510 0.126	2.460 0.205	2.516 0.21	2.580 0.215	3.41 0.284
10.3 0.711	240 116	1.670 0.139	1.840 0.153	2.120 0.177	1.720 0.143	1.650 0.137	2.680 0.223	2.756 0.23	2.830 0.236	3.73 0.311
20.7 1.43	260 127	1.820 0.152	2.020 0.168	2.300 0.192	1.880 0.157	1.790 0.149	2.920 0.243	2.985 0.249	3.070 0.256	4.07 0.339
34.5 2.38	280 138	1.970 0.164	2.180 0.182	2.470 0.206	2.050 0.171	1.930 0.161	3.150 0.263	3.218 0.268	3.315 0.276	4.40 0.367
52.3 3.61	300 149	2.130 0.178	2.350 0.196	2.670 0.223	2.200 0.183	2.080 0.173	3.390 0.283	3.461 0.288	3.565 0.297	4.74 0.395
74.9 5.17	320 160	2.268 0.189	2530 211	2.850 0.238	2.370 0.198	2.220 0.185	3.615 0.301	3.696 0.308	3.820 0.318	5.10 0.425
103.3 7.13	340 171	2.430 0.203	2.700 0.225	3.040 0.253	2.530 0.211	2.360 0.197	3.840 0.32	3.941 0.328	4.065 0.339	5.43 0.452
138.3 9.54	360 182	2.590 0.216	2.880 0.24	3.230 0.269	2.700 0.225	2.510 0.209	4.100 0.342	4.176 0.348	4.350 0.363	5.78 0.482
180.9 12.5	380 193	2.750 0.229	3.060 0.255	3.425 0.285	2.860 0.238	2.670 0.223	4.346 0.362	4.424 0.369	4.610 0.384	6.13 0.511
232.4 16	400 204	2.910 0.243	3.230 0.269	3.620 0.302	3.010 0.251	2.820 0.235	4.580 0.382	4.666 0.389	4.870 0.406	6.47 0.539
293.7 20.3	420 216	3.090 0.258	3.421 0.285	3.820 0.318	3.180 0.265	2.980 0.248	4.800 0.4	4.914 0.41	5.150 0.429	6.84 0.57
366.1 25.3	440 227	3.250 0.271	3.595 0.3	4.020 0.335	3.350 0.279	3.130 0.261	5.050 0.421	5.154 0.43	5.400 0.45	7.19 0.599
451.3 31.1	460 238	3.410 0.284	3.784 0.315	4.200 0.35	3.530 0.294	3.290 0.274	5.300 0.442	5.408 0.451	5.680 0.473	7.55 0.629
550.3 38	480 249	3.570 0.298	3.955 0.33	4.400 0.367	3.700 0.308	3.450 0.288	5.540 0.462	5.651 0.471	5.950 0.496	7.90 0.658
664.3 45.8	500 260	3.730 0.311	4.151 0.346	4.600 0.383	3.860 0.322	3.600 0.3	5.800 0.483	5.906 0.492	6.220 0.518	8.25 0.688
795.3 54.9	520 271	3.900 0.325	4.342 0.362	4.810 0.401	4.040 0.337	3.760 0.313	6.050 0.504	6.148 0.512	6.500 0.542	8.61 0.717
945.3 65.2	540 282	4.080 0.34	4.525 0.377	5.020 0.418	4.200 0.35	3.930 0.328	6.280 0.523	6.410 0.534	6.780 0.565	8.98 0.748

EK-2 BORU TAŞIYICI YÜK TASARIMI VE GENEL BİLGİLER

E2.1 BORU TAŞIYICI SİSTEM YÜK TANIMLARI

E2.1.1 Ölü (Toplam) Yük

Ölü Yük tanımı, boru taşıyıcı üzerine binen tüm kalıcı ağırlıklar, çelik konstrüksiyon ağırlığı ve tüm malzemelerin (özellikle yapıya sabitlenmiş boru hatları ve üzerindeki vana, izolasyon, kaplama vs. yürüme yolları dahil her türlü kalıcı malzemelerin) yüklerini kapsar.

E2.1.2 Ekipman Yükleri

Her türlü ekipmanları kapsar ve yazılanlarla sınırlı olmamak kaydı ile; tanklar, kolonlar, filtreler, ısı değiştiricileri (eşanjörleri), kondenser ve benzeri boru bağlantılı her türlü malzeme ile boru üzerinde bulunan ölçme aletleri, vb. elemanların ağılıklarını belirtir.

E2.1.3 Boş Ağırlık

Ekipmanların ölü ağırlıkları, yukarıda belirtildiği gibi izolasyon, kaplama ve koruyucu tabakalar dahil olmak üzere imalatçının tavsiye ettiği detaylar kapsamındaki ağırlıktır.

E2.1.4 Çalışma (İşletme) Ağırlığı

Bu kısım tüm ekipmanların boş ağırlığı üzerine işletme çalışırken gelen tüm yükleri kapsamaktadır.

E2.1.5 Hidrostatik Test Ağırlığı

Yukarıda belirtilen ekipman yüklerinin akışkan ile doldurulmuş halidir. Sudan daha az yoğunlukta malzemeler için su, daha yoğunluğu fazla akışkanlar için ise yoğun akışkan esas ağırlık olarak kabul edilir. Örnek: içinde kimyasallar bulunan termal su, tuzlu su (deniz suyu), sulu bulamaç (Slurry).

Eğer birden fazla tank veya ana ekipman tek bir sistem üzerinde ise, destek taşıyıcı hesapları, ana ekipmanların birinin test ağırlığı ve diğer ekipmanlar işletme ağırlığı kabul edilerek hesaplar yapılmalıdır.

Hidrostatik test koşullarında, maksimum rüzgâr yükü %50 oranında kabul edilerek hesaplanmalıdır. Ayrıca eğer test şartları; doldurma, boşaltma ve test süresi bir günden fazla sürmekte ise o zaman maksimum rüzgâr yükü %100 kabul edilerek hesap yapılır.

E2.1.6 Canlı Yükler

Canlı yükler hareketli olan değişken tüm yükleri tarif eder. Örnek; personel ağırlığı, kullanılan portatif ekipmanlar ve aletler, eşyalar veya alet edevat çantaları, değiştirilecek boru vs. Başka bir şey spesifik olarak belirtilmediği sürece en az aşağıdaki canlı yükler hesap için kabul edilmelidir.

Tablo E2.1 Canlı Yük Kabulleri

ALAN VEYA SİSTEM PARÇASI	Minimum Tasarım Yükü:			
	Kaplama		Kolon ve Taşıyıcılar	
	Lu[1)]	Lc[2)]	Lu[1)]	Lc[2)]
	kN/m²	kN	kN/m²	kN
Merdivenler	5.0	3.0	3.6	3.0
Döşeme, Platform ve açık strüktürdeki yürüme yolları				
- Bakım Alanı veya Ekipman bakımı için gerekli servis alanları (kompresör veya ısı eşanjörü gibi	5.0	3.0	3.6	5.0
- geçiş pasajı	5.0	3.0	3.6	3.0

Notlar:

1) Lu: Minimum düzgün dağılımlı yük, kN/m²
2) Lc: Alternatif konsantre yük, tasarlanan taşıyıcı sistem üzerinde en kritik konumda bulunan elemanlar; platform, yürüme yolu, merdiven gibi 0,3 m x 0,3 kare alan üzerine binen konsantre yük; bina taşıyıcı beton döşeme 0,1 m x 0,1 m kare alan üzerine binen konsantre çatı yükü. Kuvvetler kN olarak hesaba girer.

E2.1.6.1 Montaj Yükleri

Tüm olması muhtemel yükler, montaj süresince ve/veya üzerindeki boru ve/veya geçici destek malzeme veya diğer yüklerin konstrüksiyon üzerine gelen ağırlıklardır. Basitçe pratik olarak da böyle olduğu deneyimlerimizden bilinmektedir.

Dikkate alınması gereken yükler ve etkiler aşağıda sıralanmıştır (bunlar ile de sınırlı değildir.);

- Sadece tek bir noktaya temas eden ağır yüklerin aşağı-yukarı- veya sağa sola hareketleri sırasında konstrüksiyona temas etme durumları veya oradan destek alma ihtiyaçları mutlaka göz önüne alınmalıdır.
- Daha sonra eksen düzeltmesi veya ekipmanların teraziye alınması işlemleri.
- Konstrüksiyon tarafından desteklenen ek çelik donanım, platform, donanım veya montaj sırasında gereken geçici malzemeler.

E2.1.7 Kar Yükü

Tesisat yüklerinde genelde uygulanmamaktadır (İklim değerleri kontrol edilmelidir).

E2.1.8 Vinç Yükü

Vinç yükleri, ekipmanların ağırlığı ile donanım ağırlıkları dışında, vinç dönüşü ve kaldırma kolu yer ile eğim açısı için maksimum emniyetli yük kaldırma sınırı dikkate alınarak belirlenmelidir. Ayrıca vinç üzerinde, dinamik yatay ve dikey yük etkileri için de ayrıca bir emniyet payı bırakmakta fayda vardır.

E2.1.9 Ceraskal (Elektrikli-Manuel) Yükleri

Spesifik olarak herhangi bir yük belli olmasa da, Ceraskal için S.W.L. = 5.0 kN, artı yatay ve dikey yönde %25 fazla etkili çarpma kuvvetleri hesaba katmak gerekir.

E2.1.10 Rüzgâr Yükleri

Tüm rüzgâr yükleri, yerel iklim değerleri ve hâkim yönlerine göre hesaplanmalıdır.

E2.1.11 Isıl Uzama -Kısalma Kuvvetleri

Isıl uzama/ kısalma etkisi, ısı eşanjörleri, tambur ve benzer şekilde kayar mesnet ile taşıyıcı üzerine boru bağlantıları ile monte edilmiş malzemelerin işletme sırasında aşağıda belirtilen sürtünme katsayıları ile kullanılarak hesaplar yapılmalıdır.

Çelik- Çelik	=	0.30
Çelik- Beton	=	0.4
Grafit- Grafit	=	0.15
Teflon- Paslanmaz çelik	=	0.08**

*** Teflon katsayısı gerçek değeri imalatçı tarafından tavsiye edilen minimum basınç değeridir.*

E2.1.12 Demet Halinde Çekme Kuvvetleri

Boru için uygulanmaz.

E2.1.13 Dinamik Yükler

Hareketli ekipmanların dinamik yük etkisi hesabına öncelikle uygun vibrasyon analizi yapılarak başlanmalıdır. Örnek: dönme eylemi yapan makineler pompa, kompresör vs. veya gidip gelen makineler piston vs.

Ekipman üreticilerinin verdiği her bir ekipman için, izin verilen hareket, sehim veya her türlü deformasyon sınırı tasarım başlangıcı için öncelik taşır.

Vibrasyon analizi her bir ekipman için üç boyutlu ve hareket miktarı tarafından belirtilen değerlerin özerinde harekete izin vermeyecek destek sistemleri kullanılmalıdır.

Vibrasyon analizi ekipmanın çalışma süresince belki de sınırlı sayıda başına gelebilecek üretici tarafından ekipmanın zarar görmemesi için tavsiye edilen maksimum tahrik kuvvetleri değerinden yapılmalıdır.

Bütünleşik sistemin doğal frekansı, çalışma frekansının iki kat altında olan ekipmanlar için hesaplanmalıdır. Eğer doğal frekans değeri, çalışma frekansının 0,35 ile 1,5 katı arasında ise kabul edilen gerçek konstrüksiyon ile kabul edilen model arasındaki farktan dolayı rezonans olması olasılık dahili kabul edilerek tasarımda bu ekipmanlar ve destek konstrüksiyonu arasında titreşimi yutacak hatırı sayılı sayıda malzeme kullanmak gerekir.

Dikey dinamik/çarpma etkisi hareketli yük veya vibrasyonlu makinelerden yola çıkılarak daha ince hesap yapmak için statik canlı yükü aşağıdaki katsayılarla artırmak gerekir.

- İnsan Asansörleri İçin Taşıyıcı = %100
- Pistonlu Olmayan Makinelerin Taşıyıcısı = %20
- Pistonlu Çalışan Makinelerin Taşıyıcısı = %50

E2.1.14 Deprem Yükleri

Uygulanmaz. Ayrıca Deprem Tasarımı kısmında Ek 5'te ele alınmıştır.

E2.1.15 Atmosferik Sıcaklık Değerleri

Minimum Tasarım Atmosfer Sıcaklığı	17°C
Maksimum Tasarım Atmosfer Sıcaklığı	+37°C
Ortalama Montaj Atmosfer Sıcaklığı	+10°C

Güneşe açık alanda serbest kesintisiz taşıyıcı konstrüksiyon için ısıl uzama kısalma hesabı maksimum sıcaklık artış ve azalma miktarı 27 °C kabul edilir. Genleşme parçaları arası 60 metreyi geçen uzunluklardaki çelik konstrüksiyon için geçerlidir.

E2.1.16 Yük Kombinasyonları

Taşıyıcı çelik karkas (çatkı) etkileyen kuvvet ve yüklerin birleşimi aşağıdaki tabloda tüm boru köprüsü tasarımı için taşıyıcı kolonlar, taşıyıcı yatay elemanlar, döşemeler, çapraz bağlar, ayakları betona sabitleme ankrajları ile temel kaide dengesi ve devrilme hesaplarını yapmak için kullanılır.

Tablo Ek 2.2 Yükleme Şartları ve Hesaba Giren Tasarım Yükleri

YÜKLEME ŞARTLARI	**TASARIM YÜKLERİ ve KUVVETLER (Bütün yük ve kuvvetler eklenir)**
a. Montaj (1-4'e kadar aynı anda tamamı)	1. Boru Köprü Çatkı Elemanları Yükü (borular ve izolasyon yükleri katılmaz) 2. Ekipmanların Ölü Yükleri: Tüm sökülebilir parçalar, ısıl izolasyon ve ekipmana dayanan platform destekleri. 3. Montaj sırasında gereken geçici yük ve kuvvetler. 4. Tüm Rüzgâr Yükü.
b. Test veya ekipman yıkama (flushing) (1-6'ya kadar aynı anda tamamı)	1. Çatkı Sistem Ölü Yükü + Yangın Koruma İzolasyonu 2. Ekipmanların Ölü Yükleri + Tüm Gevşek Parçalar, Isıl İzolasyon ve Ekipmana Dayanan Platform Destekleri. 3. Boru Ölü Yükler + İzolasyon 4. Basınçlı Hava ile Test Tarif Edilmemiş İse Test İçin Su Yükü veya Yıkama Ekipmanları (Kısaca Test Olarak Tanımlanır) 5. Platform ve Yürüme Yollarında Gelen Canlı Yükler. 6. %50 Maksimum Rüzgâr Yükü (veya %100 Bak 4.3.3)
c. Normal işletme şartları (1-10 Arası Şartlar veya 1-7 Arası + 9 -10 Şartlar Aynı Anda)	1. Köprü Ölü Yükler, Artı Yangın Koruyucu Malzeme (Varsa) 2. Ekipman Ölü Yükler Dahilinde: İçindeki Sıvılar, İzolasyonlar ve Ekipmandan Destek Alan Platformlar 3. Boruların Ölü Yükü, Artı İzolasyon Ağırlığı 4. Normal İşletme Şartları Akışkan Yükleri. 5. Isıl Uzama Kısalma Kuvvetleri. 6. Vibrasyonlu Makinelerin Yarattığı Dengesiz Yükler veya Çarpma Darbeleri. (Kısaca İşletme olarak tanımlanan) 7. Uygulanabilir Platform ve Yürüme Yollarından Gelen Canlı Yükler. (Bu canlı yükler ayrı tutulduğunda bu tasarım en tutucu hesap yöntemidir). 8. Rüzgâr Yükü Tam Olarak. 9. Normal Vuruntulu Yükleri. 10. İşletme Sırasındaki Vinç Yükleri ve Kaldırma Faaliyet Yükleri ve/veya Taşıma Faaliyetleri. (Rüzgâr Yükünün %50 Kısmı veya Madde 8 Tam Rüzgâr Yükü.)

En kötü durum şartları kapsayan yük bileşenleri her bir kısım için dikkate alınmıştır.

Bunlara ek olarak, aşağıdaki en kötü durum da dikkate alındığında.

- Rüzgâr dahil veya hariç olma durumu;
- Taşıyıcı döşeme alanı kısmi yüklenmesi durumunda (konsol çalışma) canlı yüklerin dağılımı dahil ve/veya hariç olma durumu
- Vinç veya kaldırma ekipman yükleri.

E2.2 TASARIM

E2.2.1 Genel

Tasarım prosedürleri olarak konstrüksiyon hesabında alınacak yükler konusunda bu belge sadece referans değeri olması yanı sıra aynı zamanda şartname olarak da kullanılmalıdır.

Yüklenici tarafından anahtar teslimi olarak taşıyıcı çatkı tasarımı yapılırsa, tasarım için çok dikkatli şekilde emniyetli, kabul edilebilir, yasal çerçevede ve ekonomik olarak yukarıda tarif edilen tasarım yüklerinden birkaç tanesi beraber veya her biri ayrı ayrı olarak hesap için yukarıda bulunan referans değerleri ile çelişmeksizin kabul edebilir.

Detaylı tasarıma girişmeden önce, aşağıdaki konuları kapsayan ve dikkate alan ön tasarım ile başlamalıdır.

- Genel olarak ekipmanların yerleşimini, yangın koruma mesafelerini, kaplama ve izolasyon kalınlıklarını ve boruların yerleşimi ile olası uygulanacak yüklerin mertebesini dikkat ile temel tasarım çizimi ile olası konfigürasyonları çizim üzerinde oluşturmalıdır.
- Tüm konstrüksiyonun tasarım analizini hesap için dikkate alınan yükler ve tasarım metodu ile karşı yükler ve moment kuvvetlerini de doğru olarak tespit etmelidir.
- Sistemin statik kararlılığının kontrolünden emin olmak gereklidir.

Ancak ön tasarımda profillerin ölçü ve kalınlıkları ile bağlantı metotlarına karar verdikten sonra detaylı hesaplara başlanmalıdır.

Aynı şekilde detay tasarımları, konstrüksiyon üzerinde kir, toz veya yağmur suyu toplanmasına müsaade etmeyecek, kaygan ölü alanlar oluşturmayacak fiziksel özellikleri de içermelidir.

E.2.2.2 Tasarım Metodu

Elastik tasarım metoduna ve kriterlerine göre çelik konstrüksiyon tasarımı yapılmalıdır.

İdare kabul etmediği sürece, plastik tasarım metodu kullanılamaz.

Elastik Tasarım Metodu: Basit tasarım yöntemi elastik teoriye dayanır ve çatkı üyeleri arasındaki birleşme noktaları son bağlantıların elemanları ve yapıyı bir bütün olarak olumsuz yönde etkileyen deformasyon yaratmayacak ve sonuç olarak yapının, tasarım amacıyla, mafsal olarak birleştirilmiş olduğu varsayılabilecek yapılar için geçerlidir.

Yöntem aşağıdaki varsayımları kabul eder:

- Sadece desteklenen kirişler kullanılır.
- Kirişlerin, kirişlerin veya kirişlerin tüm bağlantıları neredeyse esnektir ve uygun eksantriklikte uygulanan reaksiyon makasları için orantılıdır.
- Sıkıştırma etkisi altındaki elemanlar uygun eksantrikliklerde uygulanan kuvvetlere maruz kalırlar.
- Çekme kuvveti altındaki elemanlar bölümün net alanı üzerinden uygulanan uzunlamasına kuvvetlere maruz kalmakta olduğu kabulü ile tasarlanır.
- Eksen doğrultusunda normal düzlem oluşturan kısımlar büküldükten sonra hala düzlem oluştururlar. Çeliğin çekme - basma gerinim ilişkisi doğrusaldır.

Bu varsayımlar aslında Basit Tasarım Yöntemi başarılı uygulanması için takip edilmelidir.

Plastik Tasarım Metodu: Plastik Tasarım Yöntemi 1935 yılında geliştiği gibi yeni geliştirilen bir tasarım yöntemidir, ancak bugün bile bu yöntemi kullanıldığında da birçok zorluk ve sorun vardır ve mühendisler bunu çözmeye çalışmaktadır. Malzemenin yapısal kullanışlılığının nihai yüke kadar sınırlı olmasının dezavantajı söz konusudur. Bu yöntem, statik olarak belirsiz çerçeve yapılarının analizi ve tasarımında ana uygulamadır.

Bu basit tasarım yöntemi, yarı-sert yöntem ve tam katı tasarım yöntemi ile karşılaştırıldığında tasarım en ekonomik yöntemdir. Yapı, çeliğin ağırlığı açısından çarpıcı bir ekonomi sağlar.

E2.2.3 Birim Stres Miktarı

İzin verilen stres değeri yerel standartlara göre hesaplanır, temel üzerinde kabul edilir basınç değeri 8.0 N/mm^2'dan büyük olmamalıdır.

E2.2.4 Sehim ve Hareket Miktarı

Aşağıda belirtilen maksimum kabul edilebilir sehim miktarı "İŞLETME" yük şartlarındadır. Bunun yanında hesaplarda kendi ağırlığının sehim miktarı, hesaplarda çok küçük olduğu için ihmal edilecektir.

Duvar Kolonu	Boyunun 1/300
Çatı Sırt Kirişi	Kiriş Borunun L/400 Of
Destek Kirişi	Kiriş Boyunun 1/500
Vinç/Taşıyıcı Araba Kirişi	Kiriş Boyunun L/600
Konsol Kirişi	Uzunluğunun L/200

Maksimum yanal hareket miktarı çelik konstrüksiyonun üzerinde hiçbir noktada aşağıdaki değerleri geçemez:

- Boru taşıyıcı destek profili : Yüksekliğin l/200
- Ekipman taşıyıcı konstrüksiyon ve bina iskeleti : Yüksekliğin l/400

Bu sınırlama değerlerine ek olarak konstrüksiyonun uzuma kısalma hareket etkisi boru ve ekipman bağlantıları için ve diğer oluşan ters etkiler de dikkate alınarak kontrol edilmelidir.

Herhangi bir yerde konstrüksiyon elemanları için, iç veya dış bombe oluşuyorsa bu bilgiler tasarım projeleri üzerindeki bilgilerde yer almalıdır.

E2.2.5 Dayanım (Stabilite)

Çelik konstrüksiyon, rüzgâr veya diğer kuvvetler nedeni ile devrilme, kesme hesapları için emniyet katsayısı l,5 kabul edilmelidir.

Eğer ölü yükler atalet momenti yaratarak dayanım (Stabilite) durumuna katkıda bulunuyorsa, ölü yükleri %10 azaltarak hesaplamaları her bir bağlantı elemanı için yapmak gerekir.

Genel olarak, tasarım kabulleri içinde çatı ve döşeme kaplaması, duvar kaplaması ve tuğla duvar konstrüksiyon için yanal yüklerin taşınmasında hiçbir taşıyıcı eleman hesabında kullanılmayacak, kuvvetler karşısında konstrüksiyon kendi stabilitesine diğer sayılan elemanlar hesaba katılmadan sahip olmalıdır. Tüm yanal yükleri karşılayabilmelidir.

Eğer bazen yukarıda sayılan elemanların rüzgâr etkisi ile ters yük yaratma olasılığı varsa tasarım hesabında bu olasılıklar hesaba katılarak tasarım kriterleri dahilinde hem idare hem de ilgili yetkilinin YAZILI ONAYLAMASI ile yapılabilir.

E2.2.6 Ankraj

Çekme Kuvvetleri temel kaideye Ankraj cıvataları vasıtası ile aktarılır. Ankraj cıvataları için izin verilen çekme stresi 8.0 kN/cm^2 veya daha küçük olarak cıvata diş dibi çapına uygulanacaktır.

Karşı kuvvet ve sıkıştırma kuvveti kaide temeline taban plakası üzerinden aktarılır.

Taban plakası sürtünme direncinin tutunma emniyeti aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$H_{maks.} = \frac{V_{min.} \text{ x Sürtünme Katsayısı}}{\text{Emniyet Katsayısı}} = 0{,}3\ V_{min.}$$

$V_{min.}$ = Minimum Dikey Yük

$H_{maks.}$ = Maksimum Yatay Karşı Kuvvet

Sürtünme Katsayısı = 0,45

Emniyet Katsayısı = l,5

Eğer karşı kuvvetler temel plakası için yukarıdaki hesap formülüne göre çıkan sürtünme direncinden büyük ise bunu anlamı temel plakası karşı kuvvetlerin tamamını temel betonuna aktarıyor demektir.

Temel plakası kesme anahtarı en az iki adet 25 mm çaplı harç delikleri ile imal edilir.

E2.2.7 Minimum Taşıyıcı Ölçüleri

Statik taşıyıcı hesabı yapılmadan seçilen yük taşıyıcı elemanların minimum ölçüleri aşağıdaki gibidir.

Köşebent Plakası-	Ne 10 mm altında kalınlık, ne de bağlı olan en ince malzemeden ince olamaz
Konstrüksiyon elemanları-	Haddelenmiş çelik profil bağlantı plakası olarak kullanılıyorsa eleman kalınlığı 6,5 mm. den daha ince olamaz. Flanş çapı 90 mm ve köşebent ayağı 45 mm'den kısa olamaz.
Platform kirişleri-	Genel olarak 120 mm derinlikten platform etrafındaki kenarlarda ise 140 mm'den küçük derinlikte olamaz.
Aşıklar:	
a) Aydınlatma Armatürleri Beton Döşeme Ağırlık	- Flanş çapı 65 mm'den küçük olamaz
b) Çelik Destek Kaplama	- Flanş çapı 50 mm'den küçük olamaz.
Konstrüksiyon Cıvataları:	
a) Korkuluk ve Merdiven	- 15.8 mm'den düşük çapta olamaz
b) Ana ve İkincil Elemanlar	- 19 mm'den küçük çaplı olamaz
c) Merdiven Kafesi, Aşık ve Dairesel Bağlantılar	- 12.7 mm'den küçük çaplı olamaz.
Ankraj Cıvataları	- 19 mm'den küçük çaplı olamaz.

E2.2.8 Bağlantılar

Genel kural tüm atölye bağlantı şekilleri kaynaklı ve geri kalan bağlantılar cıvata somun bağlantılıdır.

Bağlantı elemanları için düzgün yük dağılımı kapasitesinin yarısı, destek aksi kuvvet değeri olarak kullanılmalıdır.

Moment bağlantıları, moment ve kesme kuvveti oluşturan noktalar için proje çizimleri üzerinde belirtilmek üzere aksi belirtilmediği taktirde yapılır. Eğer tasarım moment değeri çizim üzerinde gösterilmemiş ise bağlantılar en zayıf olan eleman tasarımını tam yük hesabı ile yapılmasını gerektirir.

Herhangi bir bağlantı çelik çapı tasarımı için süreç içerisinde başka bir standart yayınlanmamış ise veya tasarım yükleri incelenmeden tam kapasite olarak hesaba girmiş ise ve projeler belirtilen koşullar için tasarlanmış ve başka aynı yükleri hesaba katan daha ekonomik bir tasarım idare tarafından onaylanmamış ise yapılmış olan tasarım geçerlidir.

Kaynaklı Bağlantı tasarımı uygulanacak standart metot ve ilgili referans belge listesine göre tasarlanır.

Cıvatalı Bağlantılar, yüksek dayanımlı cıvatalar 8.8/8 kalitede tavsiye edilir. Kullanım için ön stres gerektirmeyen şartlarda ve dişler kesme düzleminde olan cıvatalar tercih sebebidir.

Minimum cıvata ölçüsü M20 olmalıdır, ancak bağlantılı olduğu parçalar ile sınırlıdır.

Bağlantılar en az iki cıvata ile yapılmalıdır.

E2.3 STANDART GEREKSİNİMLER

E2.3.1 Ekipman Taşıyıcı Sistemler

E2.3.1.1 Ceraskal, 68 kg. üzerindeki ağırlığa sahip ekipmanlar için kullanılır. Örnek: Emniyet vanasını periyodik bakım için mobil vinç ile tutmak ve kaldırmak anlamlı değildir. Dolayısı ile birçok ağır ekipmanı Ceraskal yardımı ile hareket ettirmek ve söküp yerleştirmek kolaydır.

E2.3.1.2 Gezer Vinç Kiriş Arabası, bakım sırasında, eğer mobil vinç erişim ve dolaşım olanaklı değilse ekipmanı kaldırmak için kullanılır.

E2.3.2 Platform, Merdiven ve Geniş Merdiven (Kat Arası Merdiveni)

E2.3.2.1 Eğer aşağıda listelenmiş döşemeden aşağı 3,7 m'den fazla ve döşemeden yukarı 1.9 m'den fazla ulaşmak gerekiyorsa belirtilen mesafeler ulaşılamaz kabul edilir ve hareketli veya portatif iskeleyle de ulaşmak olasılık dahilinde değil ise, o bölgelere ulaşmak için sabit platformlar yapılmalıdır.

a) Servis açıklıklarına ulaşım, (örnek menhol vs.) platform döşemesi delik merkezinden 1,2 m'den daha aşağı olmamalıdır.
b) Tüm ekipmanlara ulaşım, kontrol gereken ölçü aletleri (ayar, işletme sırasında servis veya çok sık bakım tamir gerekiyorsa) hariç tutularak gereken yerlere yapılmalıdır.
c) Noktasal depo alanları, bakım ve işletme için gereken malzemelerin depolanması için.

E2.3.2.2 Damalı metal plakalar platformlar tabanı için ve döşeme için kullanılmalıdır. Yangına açık alanlar için plaka üzerindeki dama kalınlığı minimum 6,35 mm plaka dama çapı 13 mm olmalıdır. Ateş görmeyen alanlarda bulunan döşemeler kaymaz metal ızgara ile yapılmalıdır.

E2.3.2.3 Tanka montajlı platform veya yan servis platformlarına ulaşmak için merdivenler yapılmalıdır. Ayrıca operasyon kat seviyelerine, ana servis bölgesine ve çatı seviyesinde bulunan önemli ekipmanlara ulaşmak için de geniş merdivenler yapılmalıdır. Her ne kadar merdiven olsa bile ana işletme döşeme seviyesi ile servis seviyeleri arası nominal 9 metre yükseklik veya daha fazlası söz konusu ise katlar arasında asansör yapılması da dikkate alınmalıdır.

E2.3.2.4 Platformlardan "tali çıkış noktaları" (bahsedilen ana çıkıştan farklı olarak) kaçış merdiveni olarak yapılmalıdır. Bu kaçış noktaları yürüme mesafesi ile 15,2 m sonlu koridorlar için ise 7,6 metreyi geçmemelidir. Platform taban alanı 18,6 m^2 veya daha büyük ise koridorun birbirine zıt her iki noktasında toksin malzeme tehlikesi varsa mutlaka yapılmalıdır.

E2.3.2.5 Kat arası merdiven için yükseklik 4,3 m arada durma sahanlığı olmadan yapılamaz. Merdivenin basamak yüksekliği 200 mm'yi geçemez ve maksimum merdiven eğimi 45° olabilir.

E2.3.2.6 Platform ve merdivenler için olması gereken korkuluklar kolayca çıkarılabilir olmalıdır. Ekipman periyodik bakım, onarım sırasında gerekli yerlerdeki korkuluklar tekrar sökülüp takılabilmelidir.

E2.3.2.7 Platform ve merdiven korkulukları boyunca tüm çevresinde topuk plakası korkuluk alt kısmında yer almalıdır. Ayrıca ekipman ile döşeme kenarı arasındaki boşluk 50 mm ise topuk plakası 300 mm ve yukarı ise tüm açıklıklar için korkulup yapılmalıdır.

E2.3.2.8 Eğer borudan korkuluk yapılıyorsa tüm bağlantı yerleri ve açıklıklar sızdırmaz hale getirilmelidir.

E2.3.3 Boru Destekleri

E2.3.3.1 Taşıyıcı profil üzerinde boruları destek profil arasında kayar elemanlar minimum sürtünme ve korozyon riskini elimine edecek şekilde planlanmalı ve kullanılmalıdır.

E2.3.3.2 Çelik pabuçlar (kayar elemanlar), izole edilmiş kaynaklı çelik boru yükünü taşıyıcı elemana aktarmak için kullanılır. Diğer boru cinsleri ve bağlantı elemanları için prefabrik taşıyıcı elemanlar sabitleme profil ve parçaları ile kullanılmalıdır.

E2.3.3.3 Gerek dış sahada gerekse iç saha tesisatında taşıyıcı profillerin yere paralel yüzeyinde 20 mm'lik içi dolu çelik bar kaynatılarak, boru kayar mesnet ile taşıyıcı profiller arasındaki teması noktasal hale getirmek gerek sürtünme gerek ise korozyon açısından avantaj sağlar.

E2.3.4 Boşluklar ve Genişlikler

E2.3.4.1 Aksi tanımlanmadığı sürece minimum yürüme yolları ile merdiven ve platform üzerindeki mesafe en az 2,3 m. olmalıdır.

E2.3.4.2 Minimum genişlikler: m

Sık Kullanılan Yürüme Yolları	0.9
Seyrek Kullanılan Yürüme Yolları	0.8
Servis veya Tank Erişim Platformları	
(Tank izdüşümünde herhangi bir şey olmamalı)	1.1
Merdivenler	0.8
Merdiven Sahanlıkları (merdivene doğru)	0.9

E2.3.4.3 Binaların yanındaki yoldan minimum açıklık mesafesi 1,2 m olmalıdır. Bu mesafe tren yolu ile minimum mesafe bina ile yol veya demiryolu ile olması gereken mesafelerden daha az olamaz. Ayrıca trafik yükü olan yerlerdeki çelik konstrüksiyon için trafik kazalarına karşı bariyer veya koruma duvarı gibi engellerde dikkate alınmalıdır.

E2.4 ÇELİK KONSTRÜKSİYON İMALAT ATÖLYESİ

Çelik konstrüksiyon imalatçı atölyesi. 2.3. Kısımdaki kuralları karşılamalıdır. Çelik konstrüksiyon imalatçısı atölyede tüm konstrüksiyon eleman parçalarını kesmek hazırlamak ve detaylara göre montaj için çizim ve standartları üzerine tüm bilgileri işlemek zorundadır.

E2.4.1 Bağlantılar

E2.4.1.1 Aksi belirtilmediği sürece tasarımcı kısım 5.8 altında belirtilen esas kabul etmeli, eğer bu değerler aşılıyorsa tasarım hesap ve projeleri gerçek ölçü ve hesaplanan bağlantı şekil ve kalınlıklarına göre yapılmalıdır.

E2.4.1.2 Çekme ve basma kuvvetlerine maruz kalan bağlantı elemanları ile bağlantıların tüm ek yerleri aksi belirtilmedikçe tam etkili kuvvet hesabına göre tasarlanmalıdır.

E2.4.2 Konstrüksiyon Üzerinde Malzeme Eksiltme

Eğer malzemeler atölyeden montaj alanına sevk edilmek zorunda ise, o zaman nakliye kuralları gereği taşıma aracı sınırları dahilinde en, boy, yükseklik ve ağırlık ayarlaması yapılarak konstrüksiyon parçalar halinde sevk edilir. Bu sevkiyat işlemi için ayrılma yerleri ile ilgili detay montaj malzemeleri ve elemanlar ile detaylı liste ile sevk edilmelidir. Araç boşaltma işleminden sonra en kısa sürede eksiltilen ayrılan parçalar sahada birleştirilerek depolanmaya izin verilir.

E2.4.3 İmalat Çizimleri

E2.4.3.1 İmalat ve montaj projeleri mümkün olan her türlü bilgiyi proje içerisinde barındırmalıdır.

E2.4.3.2 Çelik konstrüksiyon üreticisi sözleşme belgelerine göre tüm sorumluluk dahilinde her türlü tasarım, imalat, detay projelerinde yüksek hassasiyetle toleranslar dahil tüm evrakları hazırlamalıdır. Şartnameden sapmalar var ise konu ile ilgili idareden yazılı onay aldıktan sonra sonraki işlemler başlayabilir.

E2.4.3.3 İmalatçı tarafından sunulan tüm imalat ve montaj projeleri ile montaj detaylarının da bulunduğu imalat ve montaj programın da kapsamalıdır. Projelerin içerisinde tüm cıvata somun, ölçü ve nitelikleri ile sahada kaynaklı imalat gerektiren yerleri gösteren listelere de sahip olmalıdır. Montaj için gereken kaldırma makineleri ve gereken vinç hareket planı ve emniyetli çalışma prosedürlerini de tamamlamalıdır.

E2.4.4 Malzemeler

Tüm malzemeler yeni olmalıdır. Şirket veya idare tarafından YAZILI ONAY ALINMADAN sökülmüş veya tarif edilen yerine yakın muadili malzemeler kullanılamaz.

E2.4.5 Detaylar

E2.4.5.1 Ankraj cıvata ölçüsü ve kalınlığı hesaplandıktan sonra korozyon payı olarak 3,2 mm arttırarak kullanılmalıdır.

E2.4.5.2 Atölyede Kaynak Yapılması Gereken Parçalar

E2.4.5.3 Tüm kaynaklı bağlantılar kesintisiz ve düzgün profilde olmalıdır. Daha sonra galvaniz kaplama sırasında oluşacak yüzeyde çukur, çapak delik gibi korozyona sebep olacak uygunsuzlukları engellemek için sağlanmalıdır.

E2.4.5.4 Çelik malzeme üzerindeki tüm delikler matkap veya zımba ile delinmelidir yakarak-çürüterek açılan delikler veya genişletmeler kabul edilmez ve izin verilmez.

E2.4.5.5 Kolon ve kirişi bağlayan çapraz bağlantı parçaları her iki elemana da kaynaklı bağlanmalıdır.

E2.4.5.6 Damalı döşeme plakası sadece çatkı konstrüksiyon kaplamakta kullanılıyor ve plakalar arası 6,4 mm boşluk kalmış ise düşeme plakası alt tarafta iki plaka arasına bir parça plaka ile her iki tarafa bindirme kaynağı ile birleştirilir.

E2.4.5.7 Tüm damalı plakalar ya atölye kaynaklı veya sahada cıvata somun bağlantılı olarak detaylandırılacaktır. Sadece yerinden sökülmesi gereken paneller çatkı konstrüksiyonuna düz kafalı vida ile bağlanacaktır. Sökülebilir plaka ağırlığı 45 kg üzerinde olamaz.

E2.5 MONTAJ

E2.5.1 Montaj

E2.5.1.1 Taşıyıcı konstrüksiyon montajı şartname ve zorunlu temel kuralları ve prosedürleri karşılamalıdır.

E2.5.1.2 Kolonların taban plakası mutlaka tam terazi ve doğru yükseklik konumunda altından desteklenmiş ve sabitlenmiş olarak projesindeki geometrik konumunda montaj edilmelidir.

E2.5.1.3 Konstrüksiyon montajı, montaj alanının tesviyesi, ankraj betonlarının güçlenme süreleri tamamlanmadan ve yapılacak işler için yeterli karşı kuvvete ulaşmadan başlanmamalıdır.

E2.5.1.4 Tüm çelik elemanlar şakuli ve terazisinde olmalıdır. Montaj toleransları bu ekin 2 no'lu paragraf altında yer almaktadır.

E2.5.1.5 Montaja başlamadan önce, montaj tamamlandıktan sonra problem olacak, ondan önce yapılması gereken herhangi bir malzeme hareketi veya yerleştirilmesi gereken ekipmanın varlığını baştan belirleyip, takip edip kontrol etmiş olmalıdır. Ayrıca montaj içinde konstrüksiyonun monte edileceği yerin fiili olarak seviye eğim, eksen kaçıklığı, olup olmadığını kontrol edip idareye raporlamalıdır. Ayrıca iş yapma metot, personel hareket ve eğitimi ile kaldırma metotlarını içeren Emniyetli Çalışma Metodu (Method Statement) evrakını sunmuş olması gerekir. Montaj işleri idarenin bu rapor ve yer kontrolü ile belirtilen eksik ve etkileşimleri değişikliklerini kontrol etmesi sonrası vereceği izin ile başlanmalıdır.

E2.5.1.6 Montaj sırasında geçici yanal ve çapraz bağlantılar konstrüksiyonun sağlamlığını korumak için kullanılabilir.

E2.5.2 Cıvatalı Bağlantılar

E2.5.2.1 Montaj sırasında konstrüksiyon çatkısını kurar iken kullanılan gevsek montaj cıvata somunlar terazi denge ve sabitlenirken yerlerine hızla kalıcı cıvatalar takılmalıdır.

E2.5.2.2 Sahada cıvata somun bağlantısı ile montaj pratik olduğu için çokça kullanılmaktadır. Genellikle galvaniz kaplamalı malzemeler montajında cıvata somun bağlantısı yapılır.

E2.5.2.3 Cıvata somun bağlantılar imalat resimlerine göre yapılmalıdır.

E2.5.2.4 Tüm sahadaki cıvata somun bağlantıları yüksek dayanımlı çelik olarak kullanılmalıdır.

E2.5.2.5 "Çelik Karkas Bağlantı İçin Cıvata Kullanım Spesifikasyon ASTM A 325" normu veya yerel norm veya şartnamede belirtilen kurallara göre somunun dönüş miktarı veya tork metre altında yaylı rondelalar ile doğru sıkma kuvvetinde monte edilmelidir.

E2.5.2.6 Yüksek dayanımlı çelik cıvatalar tork anahtarı ile işlem yapıldıktan sonra tekrar sökülmesi gerektiğinde tekrar kullanılamaz yeni cıvata kullanmak gerekir.

E2.5.2.7 Tamamlanmış iş üzerinde uygun olmayan nitelikte cıvata, tij, perçin veya sünmüş malzemeler kullanılamaz. Metali zedeleyecek nitelikte herhangi bir perçin bağlantısı da kabul edilmez. Tamamlanmış iş üzerinde paketlenmiş malzeme, terazi için pullama veya kaynak işleri kabul edilmez. Sadece idarenin onayı ile tamamlanmış konstrüksiyonun görünümünü bozmayacak eksik olan cıvata somun veya tehlike yaratan kenar köşe düzeltmeleri montaj elemanına kontrollü izin verilir.

E2.5.3 Kaynaklı Bağlantılar

E2.5.3.1 Sahada kaynaklı işlemler imalat resimlerine göre yapılmalıdır. Burada malzeme ve kaynak elektrotu ile kalınlığa bağlı olarak doğru kaynak katmanı ile uygun sertifikalı kaynakçı tarafından yapılmalıdır.

E2.5.3.2 Kaynak teknisyeni kaynak elektrot ve kaynak akım seçimini doğru yapmalıdır.

E2.5.3.3 Kaynak üzeri çapaklar her bir kaynak pasosu sonrası tel fırça ile temizlenmelidir.

E2.6 BOYA, KAPLAMA, İŞARETLEME

Galvaniz kaplama/daldırma işlemleri TS EN ISO 1461 (ASTM A 123 ve A 153) veya yerel şartnamelere uygun şekilde yapılmalıdır.

Tüm kaynaklı imalat görecek karbon çelik profiller, konstrüksiyon imalat öncesi koruyucu antipas ve sonrasında çalışma ve işletme koşullarına uygun son kat koruyucu (Epoksi esaslı) boya ile kaplanmalıdır.

Montaj sonrası sahada kaynak yapılmış, sahada cıvata somun ile monte edilirken zarar görmüş tüm boyalı yüzeyler tekrar temizlenip tamir edilerek tekrar boyanmalıdır. Boya uygulama kalınlıkları ve çeşitleri ayrıca EK -7'de tarif edilmiştir.

Dış ortamda güneş altında 60 m'yi geçen düz uzunluktaki çelik karkas ile 27°C sıcaklık farkından fazla sıcaklığa maruz kalacak tüm çelik karkas için, ısıl uzama /kısalma durumu kontrol edilmelidir.

Zarar gören galvaniz kaplama bölgeleri de tel fırça veya zımpara ile temizlendikten sonra aşağıda tarif edildiği şekilde işleme tabi tutulmalıdır.

1. Uygun bir solvent yardımı ile yüzeyde yer alan yağ, gres, pas, kir ve tuz artıkları temizlenmelidir.
2. İlk katman olarak inorganik çinko-zengin etil silikat ile kaplanmalıdır. Kaplama kalınlığı en az 50 µm (2,0 mil) olmalıdır (*).
3. Son katman kaplama sıcaklık dayanımlı epoksi kaplama tavsiye edilir. Kaplama kalınlığı en az 100 µm (4,0 mil).

Tüm konstrüksiyon çelikleri montaj için 50 mm punto yazı ile işaretlenmelidir. Eğer uygun genişlik söz konusu değilse korozyon dirençli metal plaka üzerine yazılarak etiketler metal elemana paslanmaz çelik tel ile bağlanmalıdır.

Tüm markalama ve etiketler (çukur veya kabartma olmalılar) kaynak sonrası galvaniz kaplama işlemine gitmeden önce çelik üzerinde galvanizi işlemi eksik kısım kalmaması için yüzeyden yükseltilerek altına galvaniz işlemesi sağlanmalıdır.

Etiket veya işaretlemeler monte edilecek parça üzerinde SOL EL-UÇ kısmı kuralına göre yerleştirilmelidir.

**Galvaniz Kaplama Tamiri*

Kaldırma, taşıma sırasında oluşan küçük hasarlar ile diğer uygunsuzluk taşıyan noktalar ve tahrifatlı muayene sonucu sahada oluşan kaplama zararları sahada SSPC-PA 1'e göre ve/veya imalatçı tarafından verilen yazılı tavsiyelere göre tamir edilir.

Tablo E2.2 Boya Kalınlık Gereksinimi İnorganik Çinko Zengin İlk Kat için

Kaplama	Malzeme	Kuru Film Kalınlığı (DFT)[1]	
		Minimum	Maksimum
İlk Kat	Çinko-Zengin	3 mils (75 µm)	5 mils (125 µm)
Şerit Boya[2]	Ek-6 Tanımlandığı gibi	Uygun kaplama	Uygun kaplama
Ara Kat	Ek-6 Tanımlandığı gibi	2 mils (50 µm)	4 mils (100 µm)
Son Kat	Ek-6 Tanımlandığı gibi	3 mils (75 µm)	5 mils (125 µm)
Toplam DFT[1]		8 mils (200 µm)	14 mils (350 µm)

[1] Kuru Film Kalınlığı, çıplak yüzeyin üzerine uygulanan ve tamamını örten ilk kat malzeme ile uzayıp kısalır. Yük taşıyan elemanlar, Sözleşmede belirtilen veya çalışma koşullarına uygun gereklilikleri karşılayacak şekilde boyanır veya imalatçı onaylı test sertifikasına göre kontrol edilir.

[2] Ara kat şerit kaplaması ara kat boyası öncesi veya sonrası uygulanabilir.

E2.7 BORU YÜKLERİ ve TAŞIYICI KÖPRÜ TASARIMI PRATİK HESAPLAMA YÖNTEMİ

E2.7.1 Ortalama Boru Sistem Yükleri

Aksi projelerde tarif edilmediği sürece, her bir kat sırası için Boru Köprüsü üzerindeki dikey ortalama düzgün dağılmış yük **2.0 kN/m²** ve işletme montaj ve test aşamaları içinde ek olarak **(+) 1.0 kN/m²** tasarım için kabul edilir. Bu kabuller **380 mm** çap dahil altındaki çap borular için geçerlidir.

E2.7.2 Yük Dağılımı

Genel boru sistem yük dağılımını farklı taşıyıcılar için ayrıştırmak gerekir.

- Ana taşıyıcı sistem elemanları ve esas boruları taşıyan ana yatay profiller,
- Destek aralığı 3 m'ye kadar olan küçük çaplı boruları taşıyan İkincil profiller.

Özellikle yatay ve boyuna momenti karşılamak için çapraz takviyeler gerekirse, konuşlandığı yere göre destek kaideleri kullanılmalıdır.

Ana taşıyıcı çatkı, tüm ortalama boru yüklerinin taşımaya uygun yetecek genişlikte ve kuvvette tasarlanmalı, böylece tali yüklerin bulunduğu ikincil taşıyıcı ve boru yükleri de hesaplar için dikkate alınmalıdır.

İkincil taşıyıcı sistem, belirtilen boru destek mesafeleri için boruların ortalama boru yüklerinin üçte ikisini taşımaya uygun olmalıdır.

İkincil taşıyıcı profilin dikey karşı yükü sadece hat boyunca devam eden çelik profil için hesaplanmalıdır. Ana taşıyıcı sistemin ayakları için hesaba katılmasına gerek yoktur.

E2.7.3 Sabitleme Noktaları

Boruların sabitleme noktalarının yarattığı kuvvetler boyuna olan profiller üzerine aktarılır ve bu yüklerde çapraz profiller ile yükler dengelenir. Boru taşıyıcı sisteminin her bir bağımsız kısmı için ve her bir sıra için 30 kN/her bir boru sırası için boylu boyunca hesaplanmalıdır. Bu kuvvet eşit dağıtılmış yük olarak kabul edilir.

E2.7.4 Ek Yükler

Ayrıca aşağıdaki ek yüklerde hesaba katılmalıdır;

E2.7.4.1 Ana Taşıyıcı sistem

a. Her bir borunun uzama-kısalma etkisi, tüm taşıyıcı profil üzerinde bulunan her bir boru için 0.5 kN/m taşıyıcı genişliği boyunca ana taşıyıcıya yanal yük uygular. Bu yanal yük rüzgâr yanal yük etkisi ile birleştirilmemelidir.
b. Kaza ile olabilecek noktasal ekipman yükü en alt raf ortasına 10.0 kN uygulanabileceğini hesaba katarak değerlendirilmesi gerekir. Bu yük değeri ayrıca maksimum gerçekleşebilecek sarkma değeri hesapları için de kullanılmalıdır.
c. Her bir borunun uzama-kısalma etkisi, profil üzerinde maksimum ortalama dikey kuvvetinin %10 yatay düzgün dağılımlı yük miktarına eşittir. Sadece belirtilen konular hariç olmak kaydı ile uygulanır: Eğer üç (3) veya daha az boru var ise taşıyıcı profil üzerinde, yük olarak en ağır borunun işletme ağırlığının %40 değeri kadarı kabul edilir. Yatay karşı kuvvet nedeni ile boru köprü taşıyıcı ayaklara iletilmez.
d. Ana taşıyıcı profil üzerinde boruların yanal kaymasını engelleyen durdurucular boru ana taşıyıcı profil üzerinde tam orta noktada yanal 3.0 kN noktasal yük oluşturur. Bu yük boyuna taşıyıcı sisteme aktarılmaz.

E2.7.4.2 Ana ve İkinci Sıra Taşıyıcılar

Her bir borunun uzama-kısalma etkisi, profil üzerinde maksimum ortalama dikey kuvvetinin %10 yatay düzgün dağılımlı yük miktarına eşittir. Sadece belirtilen konuya dikkat etmek kaydı ile uygulanır. Yatay karşı kuvvetler köprü boyunca giden profile transfer edilmez.

E2.7.4.3 Boru Köprüsü Boyuna Çelik Profil

a. Boru köprüsü üzerine katılan veya ayrılan başka borular da varsa bunun için dikey düzgün dağılımlı yük her bir taşıyıcı profile eklenmelidir.
   qL = q x W/4 kN/m^2
   q= Ortalama Boru Yükü (ağırlığı)
   W= Toplam taşıyıcı profil genişliği (eğer varsa konsol dahil)
b. Yatay düzgün dağılımlı yük hesabı yapılırken her sıra taşıyıcı için köprüye katılan ve ayrılan boruların rüzgâr etkisi hesaplanmalıdır:
   PWL = PW/4 kN/m^2
   PW = Toplam rüzgâr yükü her bir sıra üzerindeki boru metresi için dikkate alınmalıdır. Deniz kıyısı veya rüzgâra açık bölgelerde. (E2.7.7.2 ye bak.)
c. Kaza ile olabilecek noktasal ekipman yükü en alt raf ortasına 10.0 kN uygulanabileceğini hesaba katarak değerlendirilmesi gerekir. Bu yük değeri ayrıca maksimum gerçek sarkma değeri hesapları için de kullanılmamalıdır.

E2.7.5 Özel Yükler

Özel yükler ortalama boru yükleri veya ek yüklerin hesabı için eklenmemelidir. Bu özel yükler 380 mm çap üzeri borular, köprü sınırları dışında kalan vana ve işletme platformları vs. gibidir.

E2.7.6 Ölü Yükler

Tüm ölü yükler hesaba katılmalıdır, fakat bu yüklere boru köprü ağırlığı, platformlar, yangın izolasyonları ve ısı izolasyon yükleri vs. hariç olarak

E2.7.7 Rüzgâr Yükü

E2.7.7.1 Genel

Tüm rüzgâr yükleri yerel rüzgâr haritaları ve alınması gereken tedbirlerle ilgili talimatlara uyulmalıdır.

E2.7.7.2 Rüzgâr Yükü Boru Üzerinde

Toplam yanal rüzgâr basıncı boru üzerindeki etkisi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$Pw = (0.7H + 0.1W)\, q$$

Pw = Toplam rüzgâr yükü her sıradaki beher boru metresine düşen.
H = Rüzgâra maruz kalan boru yüzey alanını yer seviyesinden yüksekliği. (Çapı en büyük olan boru). Aksi söylenmedikçe H = 0.38 m. alınmalıdır.
W = Köprü üzerindeki taşıyıcı profil genişliği m (Formül en fazla 12 metre genişliğe kadar geçerlidir.).
q = Birim rüzgâr basıncı.

E2.7.7.3 Rüzgâr Yükü Boru Üzerinde (Boyuna Yük)

Boru köprüsü doğrultusunda rüzgâr basıncı hesaba katılmaz.

E2.7.8 Hesaba Giren Yükler

E2.7.8.1 Tüm boru köprüleri ve boru taşıyıcı sistemleri aşağıda tarif edilen yüklerin birleşimini %33 artırarak normal izin verilen stres değeri hesaplanmalıdır.
a. Boru Montaj Yükü + %100 Rüzgâr Yükü + Ölü Yükler.
b. Boru Çalışma Şartlarındaki Yükü + %100 Rüzgâr Yükü + Ölü Yükler.
c. Boru İşletme Şartları Yükü + Sabitleme Kuvvetleri + %100 Rüzgâr Yükü, Dik Gelen Sabitleme Yükleri + Ölü Yükler.

E2.7.8.2 Bina içi alanlarda tüm boru köprü ve taşıyıcı sistemler aşağıdaki yüklerin birleşimine göre normal izin verilen stres hesabı yapılmalıdır.
a. Boru İşletme Şartları Yükü + Sabitleme Kuvvetleri + Ölü Yükler

E2.7.9 İzin Verilen Sehim Miktarı

Aşağıdaki listede işletme şartlarında maksimum izin verilen sehim miktarı verilmiştir.
a. Ana - ikincil taşıyıcı profil için destek aralığı ortasında mesafenin 1/300 kadarı
b. Konsol profiller için, boştaki uç kısmında 1/200 sehim.
c. Köprü boyunca giden profiller için ayaklar arası mesafenin orta noktasında mesafenin 1/600.
d. Ana taşıyıcının herhangi bir noktasında maksimum yatay hareket miktarı yüksekliğin 1/200 değerini geçemez.

E2.7.10 Malzeme İhtiyacı

E2.7.10.1 Ana taşıyıcı köprünün herhangi bir parçasının kalınlık değeri 6.35 mm'den az olamaz.

E2.7.10.2 Ana taşıyıcı köprünün herhangi bir yerinde kullanılan plaka parçasının kalınlık değeri 10 mm'den az olamaz.

EK-3 KAYNAK VE KAYNAKÇI NORM VE STANDARTLARI İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER (EN-ISO)

Derleyen Notu: *Bu başlık altında verilen bilgiler kaynak ve kaynakçı belgelendirme, seviye ve test metotlar, wps, PQR ile kaynak konusunda Avrupa Birliği içerisinde tamamlanan ve/veya tamamlanması planlan malzeme gruplarına göre gerek standart, gerekse prosedür ve evrak hazırlanması konusunda eski yapılanlar ile hali hazırda uygulamaya esas olan değişiklikler konusunda sadece bilgilendirmek amacı ile verilmiştir. Konu kaynak mühendisliği altında bilimsel temeller ile tanımlanmış, bilgi ve eğitimleri hali hazırda sistematik olarak ilgili mühendis, operatör veya kaynak işlemi yapanlara aktarılmaktadır.*

Kaynak konusu ile ilgili yazılı basında veya internet ortamında özel şirketlerin çıkarttığı teknik kitaplar ve/veya çok değerli akademik uzmanlığa sahip hocalarımızın kaynak kitaplarına başvurunuz.

E3.1 EN - AVRUPA STANDARTLARI

- **Karıştırılıp Birleştirilmiş Standartlar**
  Bütün EN standartları komple bütünleşik hale henüz gelmemiştir. ESR üretim direktifine göre devam etmektedir ve üzerinde anlaşılan standartlar tamamlanmaktadır.
  Birleştirilip tamamlanmış standartlar son kısımlarında Ek Z (Appendix Z) kısmına sahiptir ve içerik olarak hangi konu standardı ve hangi direktife göre olduğunu içermektedir. Örnek: EN ISO 15614 birleştirme işi tamamlanmış fakat diğer kaynaklardan gelen kaynak prosedürleri tam olarak onaylanmamış olabilir. EN ISO 15610, EN ISO 15611, EN ISO 15612 vs. gibi
- **Uygulanan Standartlar**
  EN 13445: Basınçlı Kaplar (BS 5500)
  EN 12952: Su Borulu Kazanlar (BS 1113)
  EN 12953: Duman Borulu Kazan (BS 2790)
  EN 13480: Borular (BS 806, Not BS 2640, BS 2971)
- **Kaynak Standartları ve Kaynak Prosedürlerinin Onaylanması**
  EN ISO STANDARTLARININ ÖZETİ AŞAĞIDAKİ TABLODA NET GÖZÜKMEKTEDİR.

Tablo E3.1 EN ISO KAYNAK STANDARTLARININ ÖZETİ

YAPILAN	ARK KAYNAĞI	GAZ ALTI KAYNAĞI	ELEKTRON IŞIN KAYNAĞI	LAZER IŞIN KAYNAĞI	DİRENÇ KAYNAĞI	SAPLAMA KAYNAĞI	SÜRTÜNME KAYNAĞI
GENEL KURALLAR	EN ISO 15607						
GRUPLAMA SİSTEMİ KILAVUZU	CR ISO/TR 15608				UYGULANAMAZ	CR ISO/TR 15608	
KAYNAK PROSEDÜR SİSTEMİ (WPS)	EN ISO 15609-1	EN ISO 15609-2	EN ISO 15609-3	EN ISO 15609-4	EN ISO 15609-5	EN ISO 14555	EN ISO 15620
ONAYLI TÜKETİM MALZEMELERİ	EN ISO 15610		UYGULANAMAZ				
DAHA ÖNCEKİ KAYNAK DENEYİMİ	EN ISO 15611					EN ISO 15611 EN ISO 14555	EN ISO 15611 EN ISO 15620
STANDART PROSEDÜRLER	EN ISO 15612				UYGULANMAZ		
ÖN İMALAT TESTİ	EN ISO 15613					EN ISO 15613 EN ISO 14555	EN ISO 15613 EN ISO 15620
KAYNAK PROSEDÜR TESTİ	EN ISO 15614 Part 1: ÇELİK/NİKEL Part 2: ALÜMİNYUM Part 3: DEMİR DÖKÜM Part 4: ALÜMİNYUM DÖKÜM SON KAYNAK İŞLEMİ Part 5: TİTANYUM / ZİRKONYUM Part 6: BAKIR Part 7: YÜZEY HAZIRLAMA Part 8: BORU AYNA KAYNAĞI Part 9: ISLAK HİPERBARİK Part 10: KURU HİPERBARİK	EN ISO 15614 Part 1: ÇELİK/NİKEL Part 3: DEMİR DÖKÜM Part 6: BAKIR Part 7: YÜZEY HAZIRLAMA	EN ISO 15614 Part 7: YÜZEY HAZIRLAMA Part 11: ELEKTRON IŞINI / LAZER IŞINI	EN ISO 15614 Part 12: PUNTA (SPOT) DİKİŞ (SEAM) VE PROJEKSİYON KAYNAĞI Part 13: DÜŞÜK AKIM (FLASH) VE YÜKSEK AKIM (BUTT) KAYNAĞI		EN ISO 14555	EN ISO 15620

• Kaynak Standartları ve Kaynak Prosedürleri Onay Kısmına Giriş

EN 288 Kısım1 standardı, süreç içerisinde TS EN ISO 15607:2019 (Kaynak-Metalik malzeme gruplandırma sistemi için kılavuz) haline gelmiştir.

• Malzeme Gruplaması Hem Prosedürler Hem de Kaynakçı Onayı İçin

TSE CEN ISO/TR 15608-2017 (Kaynak-Metalik malzeme gruplandırma sistemi için kılavuz) standardının henüz EN karşılığı mevcut değil.

• Kaynak Yapım Yöntemi (WPS) İçeriği

EN 288 Kısım 2 standardı TS EN ISO 15609-1:2019 (Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması- Kaynak prosedürü şartnamesi- Bölüm 1: Ark kaynağı) haline geldi ve TS EN ISO 15609-2:2019 (Metal malzemeler için kaynak prosedürleri şartnamesi ve sınıflandırması-Kaynak prosedürü şartnamesi-Kısım 2: Gaz kaynağı) oldu

• Kaynak Yapım Yöntem Prosedür Testi (Welding Procedure Test)

EN 288 Kısım 3 standardı TS EN ISO 15614-1 (Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması- Kaynak prosedürü deneyi- Bölüm 1: Çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel ve nikel alaşımlarının ark kaynağı), EN 288 Kısım 4 standardı TS EN ISO 15614-2 (Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması- Kaynak prosedürü deneyi- Bölüm 2: Alüminyum ve alaşımlarının ark kaynağı) haline dönüşmüştür.

Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması- Kaynak prosedürü deneyi- Bölüm 1: Çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel ve nikel alaşımlarının ark kaynağı

ISO 15614-1:2017'deki Yenilikler

Kaynak yöntem testleri 2 Seviyede yapılabilir:

Seviye 1 ASME Kısım IX gereklilikleri temel alınmıştır

Seviye 2 EN ISO 15614-1:2004 + A2:2012 temel alınmıştır

Seviye 2'ye göre yapılmış yöntem testleri, Seviye 1'i kapsar (tersi geçerli değildir)

Seviye 2'de yapılması gereken testler daha kapsamlıdır ve onay aralıkları daha kısıtlıdır.

Şartname veya uygulama standardında yöntem testi seviyesi belirtilmediyse, Seviye 2 gereklilikleri uygulanır.

Test Parçası

Tablo E3.2 TS EN ISO STANDARDI ESKİ STANDARDA GÖRE FARKLAR

Seviye 1	Seviye 2
Bir alın kaynağı testi, bütün birleştirmeleri nitelikli eder, diğer tip birleştirmeler için ayrı test gerekmez.	İmalat/bağlantı geometrik gereklilikleri, bu standartta verilen standart test parçasıyla temsil edilemeyecekse, EN ISO 15613 standardının uygulanması gerekir.

Tablo E3.3 Seviye 1 Muayene ve Testler

Test parçası	Test Tipi	Test kapsamı	Not
Tam nüfuziyet Alın kaynağı	Gözle muayene Transvers çekme testi Transvers eğme testi	%100 2 numune 4 numune	a
Köşe kaynağı	Gözle muayene Makro inceleme	%100 2 numune	b
a Eğme testi için: t <2 mm: 2 kök 2 kep eğme; t ≥ 12 mm: 4 yan eğme b Uygulama standardı mekanik özellikleri de gerekli görürse, istenen testler yapılmalıdır.			

Tablo E3.4 Seviye 2 Muayene ve Testler

Test Parçası	Test Tipi	Test Kapsamı	Not
Tam nüfuziyet alın kaynağı	Gözle muayene Radyografik veya ultrasonik m. Yüzey çatlak kontrolü Transvers çekme testi Transvers eğme testi Tokluk testi Sertlik testi Makro inceleme	%100 %100 %100 2 numune 4 numune 2 set 1 numune 1 numune	- a b - c d e -
Tam nüfuziyet T-bağlantısı Tam nüfuziyet branşman bağlantısı f	Gözle muayene Yüzey çatlak kontrolü Ultrasonik veya radyografik m Sertlik testi Makro inceleme	%100 %100 %100 1 numune 2 numune	- b a, g e -
Köşe kaynağı f	Gözle muayene Yüzey çatlak kontrolü Sertlik testi Makro inceleme	%100 %100 1 numune 2 numune	- b e -

a- Ultrasonik test, t < 8 mm ve 8, 10, 41-48 grubundaki malzemeler için uygulanmaz.

b- Penetran Testi veya Manyetik Parçacık Testi. Mıknatıslanamayan Malzemeler İçin: Penetran Testi.

c- Eğme testi için: t < 12 mm: 2 kök 2 kep eğme; t ≥ 12 mm: 4 yan eğme

d- t ≥ 12 mm ve daha kalın ve tokluk özellikleri belirtilmiş malzemelerde, 1 set kaynak metalinden ve 1 set HAZ'dan. Uygulama standardı, 12 mm'den ince malzemeler için de çentik darbe testi isteyebilir. Test sıcaklığı, üretici tarafından, uygulamaya veya uygulama standardına göre seçilmelidir.

e- Alt grup 1.1 ve 8, 41-48 malzeme grupları için istenmez (istisna 1.1-8)

f- Uygulama standardı mekanik özellikleri de gerekli görürse, istenen testler yapılmalıdır.

g- Dış çap ≤ 50 mm ise ultrasonik test istenmez. Dış çap > 50 mm ise, teknik olarak ultrasonik test yapılamayacaksa ve birleştirme şekli anlamlı sonuç alınmasına uygunsa radyografik muayene yapılmalıdır.

• Mekanik Testler

EN ISO 15614-1 genel olarak EN288-3 mekanik testin aynısı sadece bükme testi minimum bükme açısı 120° yerine 180° oldu ve dolgu kaynağı minimum kalınlığı 4 makro oldu. Ayrıca çarpma testi (impact test) malzeme kalınlığı 12 mm'den 6 mm'ye düşürülmüş durumdadır.

• Sertlik Testi

EN ISO 15614-1 kaynak için tek paso ile çoklu paso arasında ayrım yapmıyor. Grup 1 ve grup 2 malzemeler için EN288-3 tek sıra kaynak (paso) için aynı (ısıl işlem görmemiş 380Hv10 maksimum, ısıl işlem görmüş 320Hv10 maksimum)

Tüm gruplar için maksimum sertlik testi tanımlanmıştır sadece *Grup 6, Cr-Mo-V çelikler, ısıl işlem görmemiş şartlar için tanımlı değil.*

• Sertlik Takibi Gerektirmeyenler:

Çeliklerin içindeki alt Grup 1.1 (Akma Basıncı 275N/mm^2 veya daha az)

Paslanmaz Çelik Grup 8

Nikel Alaşımları Grup 41-48 arasındakiler

Tablo E3.5 TS EN ISO STANDARDI ESKİ STANDART KARŞILAŞTIRMASI

Malzeme Grubu	TS EN ISO 15614-1	EN288-3
1	Re ≤ 460N/mm^2	Re ≤ 360N/mm^2
2	TMCP > 360N/mm^2	TMCP > 360N/mm^2
3	Q+T ve PHd Çelikler	Q+T ve PHd Çelikler
4	1.5Ni,0.7Cr,0.7Mo,0.1V maksimum	0.75Cr,0.6Mo,0.3V max
5	0.35C,10Cr,1.2Mo maksimum	10Cr, 1.2Mo maksimum
6	2.5Cr,1.2Mo,0.35V maksimum	12.2Cr, 1.2Mo, 0.5V mak
7	0.35C,30Cr	10 Ni maksimum
8	Östenitik	10.5 ≤ Cr ≤ 30
9	Ni ≤ 10 (Krayocenik Çelik)	Östenitik
10	Dupleks	Dupleks
11	0.25 < C ≤ 0.5	0.25 < C ≤ 0.5
41 to 48	Ni temelli Alaşım ASME'deki gibi)	

Ana gruplar ayrıca alt gruplara da bölünmüştür.

• Örnek: Grup 8: altında

Alt grup 8.1 Krom d %19

Alt Grup 8.2 Krom> %19

Alt Grup 8.3 Östenitik ve 4<Mn d 12

8. grup altındaki bir alt grupla yapılan test sadece o alt grup çelikleri ile test başarılı sayılır. **(Bundan dolayı 304 ile onaylı test 316, 347 ve 321 paslanmaz çelikler için onaylı sayılırken, 309 veya 310 için onaylı sayılmaz.)**

ISO/TR 15608	*(çelik, alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımları, nikel ve alaşımları, titanyum ve alaşımları, zirkonyum ve alaşımları, dökme demir)*
ISO/TR 20172	*Avrupa gruplama sistemi (çelik, alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımları, dökme demir)*
ISO/TR 20173	*Amerika gruplama sistemi (ISO/TR 15608'le aynı malzeme grupları)*
ISO/TR 20174	*Japon gruplama sistemi (ISO/TR 15608'e göre)*

Onay Aralığı

Ana Malzeme Grubu

- 1,2,3 ve 11. gruptaki malzemeler, eşit veya daha düşük akma mukavemetine sahip çelikleri nitelikli eder.
- 4, 5, 6, 8 ve 9. gruptaki malzemeler, aynı alt gruptaki ve aynı malzeme grubunun diğer alt gruplarındaki çelikleri nitelikli eder.
- 7 ve 10. gruptaki malzemeler, aynı alt gruptaki çelikleri nitelikli eder.

Tablo E3.6 çelik ve alaşımlı çeliklerin birbirlerine ve/veya başka alaşımlı çelik malzemelere kaynak yapılabilmesi için alınan kaynakçı yeterlilik sertifikasının hangi grup veya alt gruplar içinde yeterli sayılabileceğini detaylı olarak anlatmaktadır.

Tablo E3.6 Çelik Grupları ve Alt Grupları İçin Onay Aralığı

Malzeme A	Malzeme B										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1-1 2-1	1-1 2-1 2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1-1 2-1 3-1	1-1 2-1 2-2 3-1 3-2	1-1 2-1 2-2 3-1 3-2 3-3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4-1	4-1 4-2	4-1 4-2 4-3	4-1 4-2 4-3 4-4	-	-	-	-	-	-	-
5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-1 5-2 5-5	-	-	-	-	-	-
6	6-1	6-1 6-2	6-1 6-2 6-3	6-4	6-5	6-5 6-6		-	-	-	-
7	7-1	7-1 7-2	7-1 7-2 7-3	7-4	7-5	7-5 7-6	7-7	-	-	-	-
8	8-1	8-1 8-2	8-1 8-2 8-3	8-4	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-7	8-8	-	-	-

• Malzeme Kalınlığını Onay Sınırları İçin Ayarlama.

Onay Kalınlığı:

Kaynak edilecek iki malzemenin kalınlığı, yeterliliği onaylanan nitelikteki sınırlar içinde olmalıdır.

İstisna: Eğer kaynak yöntem testi 30 mm veya daha kalın bir test parçası ile yapılırsa, farklı kalınlıktaki malzemelerin kaynak edilmesinde daha kalın malzeme için üst sınır yoktur!

Seviye 1 için malzeme kalınlıkları

Herhangi bir alın kaynağı veya köşe kaynağı testi bütün köşe kaynaklarını ve bütün malzeme kalınlıkları için yeterlilik onayı sayılır.

114, 12 ve 13 yöntemleri için, eğer bir paso kalınlığı (t) 13 mm'den fazlaysa, nitelikli edilen maksimum malzeme kalınlığı 1,1 t'dir.

Eğer çentik darbe testi yapılması gerekiyorsa:
- t ≥ 16 mm: yeterliliği onaylanan min. Kalınlık(t) 16 mm
- t < 16 mm: yeterliliği onaylanan min. kalınlık t
- t ≤ 6 mm : onaylanan min. kalınlık 0,5 t

Tablo E3.7 Alın Kaynağı İçin Malzeme Kalınlığı ve Yığılmış Kaynak Metali Onay Aralığı

Test Parçası Kalınlığı t	Onay Aralığı			
	Malzeme Kalınlığı			Yığılmış Kaynak Metali Kalınlığı s
	Seviye 1	Seviye 2		
		Tek Paso	Çok Paso	
t ≤ 3	0,5 t – 2t			≤ 2 s
3 < t ≤ 12	1,5 – 2 t	0,5 t (min. 3) – 1,3t	3 – 2 t*	≤ 2 s*
12 < t ≤ 20	5 – 2 t	0,5 t – 1,1 t	0,5 t – 2 t	≤ 2 s
20 < t ≤ 40	5 – 2 t	0,5 t – 1,1 t	0,5 t – 2 t	s < 20 ise < 2 s s ≥ 20 ise ≤ 2 t
40 < t ≤ 100	5 - 200	-	0,5 t – 2 t	s < 20 ise < 2 s s ≥ 20 ise ≤ 200
100 < t ≤ 150	5 - 200	-	50 – 2 t	s < 20 ise < 2 s s ≥ 20 ise ≤ 300
t > 150	5 – 1,33 t	-	50 – 2 t	s < 20 ise < 2 s s ≥ 20 ise ≤ 1,33 t

Tablo E3.8 Seviye 2- Köşe Kaynağı İçin Malzeme ve Boğaz Kalınlığı Onay Aralığı

Test Parçası Kalınlığı t	Onay Aralığı		
	Malzeme Kalınlığı*	Boğaz Kalınlığı	
		Tek Paso	Çok Paso
t ≤ 3	0,7 t – 2 t	0,75a – 1,5 a	Sınırlama yoktur
3 < t < 30	3 – 2 t		
t ≥ 30	≥ 5		

a- Test parçasında ölçülen boğaz kalınlığıdır.
Eğer köşe kaynağı, bir alın kaynağıyla nitelikli edilmişse, boğaz kalınlığı onay aralığı, yığılmış kaynak metali kalınlığına göre belirlenir.

* *Farklı malzeme kalınlıkları için, test parçasının her iki kalınlığı için ayrı onay aralığı hesaplanır.*

Boru Çapı ve Branşman Bağlantısı

Seviye 1: Çap zorunlu değişken değildir. Herhangi bir yarı mamul; plaka, boru, dövme, döküm diğerlerini nitelikli eder.

Seviye 2: Boruda alın kaynağı yeterlilik, plaka alın kaynağını kapsar. Plakada yapılan yeterlilik, aşağıdaki şartların sağlanması durumunda, boruları da kapsar:
- Boru dış çapı 500 mm'den büyükse,
- 150 mm'den büyük çaplı borularda PA, PF veya PC (boru döndürülerek) pozisyonlarında kaynak yapılacaksa.

Tablo E3.9 Seviye 2 - Boru ve Branşman Bağlantısı Çapları için Onay Aralığı

Test Parçasının Çapı	Onay Aralığı
D	≥ 0,5 D

Branşman Bağlantılarının Açısı

α açısıyla yapılan branşman bağlantısının kaynak yöntem testi, 60°≤α ≤ 90° aralığındaki bütün branşman açılarını kapsar.

α < 60°ise, ayrı bir test parçası kaynak edilmelidir ve yöntem testi α - 90° aralığındaki bütün branşman açılarını kapsar.

Kaynak Yöntemleri

Tablo E3.10 Seviye 1 ve Seviye 2 içim Kaynak yöntemleri

Seviye 1	Seviye 2
Mekanizasyon seviyesi zorunlu parametre değildir.	Her mekanizasyon seviyesi ayrı ayrı nitelikli edilmelidir (elle, yarı-mekanize, tam-mekanize ve otomatik)
Bir test parçasında, birden çok kaynak yöntemi veya sarf malzemesi kullanıldıysa, her bir yöntem veya sarf malzemesi ayrı ayrı veya farklı kombinasyonlarda uygulanabilir.	Birden çok kaynak yöntemiyle yapılacak testin nitelikliliği, sadece yöntem testinde uygulanan kaynak yöntemlerinin sırası aynı olacak şekilde geçerlidir. Karşı paso, yöntem testinde uygulanan Yöntemlerden biriyle kaynak edilebilir.

Kaynak Pozisyonları

Eğer sertlik ve tokluk değerleri istenmiyorsa, herhangi bir pozisyonda yapılan kaynak (plaka veya boru) bütün pozisyonlardaki kaynakları (plaka veya boru) nitelikli eder.

Bütün pozisyonların kapsaması için:
- Darbe testi en çok ısı girdisinin olduğu kaynak pozisyonundan,
- Sertlik testi ısı girdisinin en az olduğu kaynak pozisyonundan yapılmalıdır.

Sertlik ve tokluk gerekliliklerini yerine getirmek için, eğer tek bir pozisyonda yeterlilik belgelendirme gerekmiyorsa veya sabit bir boruda yöntem testi yapılmıyorsa, farklı kaynak pozisyonlarında iki test parçası kaynak edilmelidir. Bütün pozisyonlarda niteliklilik isteniyorsa, her iki parçaya gözle muayene ve tahribatsız testler uygulanmalıdır.

PG, PJ ve J-L045 pozisyonları için ayrı bir kaynak yöntem testi yapılması gerekir.

Not: Örnek olarak, plaka alın kaynaklarında, en yüksek ısı girdisi PF veya PA pozisyonunda ve en düşük ısı girdisi PC veya PE pozisyonundadır

Birleştirme / Kaynak Tipi

Seviye 1 için:

a. Tam nüfuziyet alın kaynakları, tam ve kısmi nüfuziyet alın kaynaklarını ve köşe kaynaklarını bütün birleştirme tiplerinde nitelikli eder.
b. Alın kaynakları, branşman bağlantılarını nitelikli eder.
c. Köşe kaynakları sadece köşe kaynaklarını nitelikli eder.
d. Altlık kullanmadan, tek taraftan yapılan kaynaklar, iki taraftan yapılan ve altlık kullanarak yapılan kaynakları nitelikli eder.
e. Altlıkla yapılan kaynaklar, iki taraftan yapılan ve altlıksız kaynakları nitelikli eder.
f. Çift taraftan, taşlama olmadan yapılan kaynaklar, iki taraftan taşlama ile yapılan kaynakları nitelikli eder.
g. Çift taraftan, taşlama ile veya taşlama olmadan yapılan kaynaklar, tek taraftan altlıkla yapılan kaynakları nitelikli eder.
h. Eğer tokluk veya sertlik gerekleri uygulanıyorsa, verilen bir yöntem için, çok pasolu kaynağı tek pasolu (veya iki tarafta tek pasolu) kaynağa çevirmeye veya tam tersine izin verilmez.
i. Yığma (Build-up) kaynağı, alın kaynağı test parçasıyla nitelikli edilir.

Seviye 2 için:

a. Alın kaynakları, tam ve kısmi nüfuziyet alın kaynaklarını ve köşe kaynaklarını nitelikli eder. İmalat kaynakları ağırlıklı olarak köşe kaynağı ile yapılıyorsa, köşe kaynağından test yapılmalıdır.
b. Tam nüfuziyet alın kaynakları, tam ve kısmi nüfuziyet alın kaynaklarını ve köşe kaynaklarını bütün birleştirme tiplerinde kapsar.
c. Boruda alın kaynağı, 60°ve daha büyük açılı branşman kaynaklarını da nitelikli eder.
d. T-birleştirme alın kaynakları (T-BW), tam ve kısmi nüfuziyet T- birleştirme alın ve köşe kaynaklarını nitelikli eder (tersi geçerli değildir)
e. Köşe kaynakları, sadece köşe kaynaklarını nitelikli eder.
f. Altlık kullanmadan, tek taraftan yapılan kaynaklar, iki taraftan ve altlık kullanarak yapılan kaynakları nitelikli eder.
g. Altlıkla yapılan kaynaklar iki taraftan yapılan kaynakları nitelikli eder.
h. Çift taraftan, kökü kaldırmadan yapılan kaynaklar, kökü kaldırarak yapılan çift taraflı kaynakları nitelikli eder.
i. Çift taraftan, taşlama ile veya taşlama olmadan yapılan kaynaklar, tek taraftan altlıkla yapılan kaynakları nitelikli eder.
j. Eğer tokluk veya sertlik gerekleri uygulanıyorsa, verilen bir yöntem için, çok pasolu kaynağı tek pasolu (veya iki tarafta tek pasolu) kaynağa çevirmeye veya tam tersine izin verilmez.
k. Yığma (Build-up) kaynağı, alın kaynağı test parçasıyla nitelikli edilir.
l. Tampon paso (buttering), ayrı bir test parçasında, alın kaynağı ile birlikte uygulanmalıdır.

Dolgu Malzemesi, Üretici / Ticari Adı, Gösterimi

Seviye 1 için:

Dolgu malzemesinin F numarasının veya A numarasının değişmesi yeni bir yöntem testi gerektirir.

Üreticinin değişmesi veya eğer dolgu malzemesi bir F- veya N-numarası kapsamında değerlendirilemiyorsa, dolgu telinin ticari adının değişmesi yeni bir yöntem testi gerektirir.

Seviye 2:

Dolgu malzemeleri, aynı mekanik özelliklere, aynı tür örtü, aynı özlü tel tipi veya tozu, aynı nominal kimyasal bileşim ve aynı ya da daha düşük hidrojen içeriğine sahip dolgu malzemelerini kapsar.

111, 114, 12, 136 ve 132 (137) kaynak yöntemleri için, eğer uygulama standardı çentik darbe testinin -20°C'den daha düşük sıcaklıkta yapılmasını istiyorsa, onay aralığı yöntem testinde kullanılan dolgu malzemesinin üreticisi ve ticari adıyla sınırlandırılmıştır.

Dolgu Malzemesi, Boyutu

Dolgu malzemesi boyutunun değiştirilmesine, ısı girdisiyle ilgili gereklerin yerine getirilmesi şartıyla, izin verilir.

Çentik darbe veya sertlik testleri istenmiyorsa, dolgu malzemesi boyutuyla hakkında bir sınırlama yoktur.

Akım Türü

Niteliklilik, kaynak yöntem testinde kullanılan akım tipi (dalgalı akım (AC), doğru akım (DC), darbeli akım) ve kutuplama için geçerlidir. 111 kaynak yöntemi için, eğer çentik darbe testi istenmiyorsa, dalgalı akım doğru akımı da (her iki kutup için de) nitelikli eder.

Isı Girdisi (Ark Enerjisi)

Isı girdisi yerine ark enerjisi hesaplanabilir. Ark enerjisi ISO/TR 18491'e göre hesaplanmalıdır.

Seviye 1: Eğer tokluk gereklilikleri uygulanıyorsa, ısı girdisi için üst sınır, kaynak yöntem testinde uygulanan maksimum ısı girdisidir.

Seviye 2: Tokluk gerekleri uygulandığında, nitelikli edilen ısı girdisinin üst sınırı, test parçasının kaynağındaki ısı girdisinden %25 daha fazladır. Sertlik gerekleri uygulandığında, nitelikli edilen ısı girdisinin alt sınırı, test parçasının kaynağındaki ısı girdisinden %25 daha azdır.

Eğer, kaynak yöntem testi hem en düşük ısı girdisiyle hem de en yüksek ısı girdisiyle yapıldıysa, aradaki bütün ısı girdileri nitelikli edilmiş olur.

Ön Isıtma Sıcaklığı

WPQR'da kayıt altına alınan ön ısıtma sıcaklığından 50°C'den fazla düşüş, yeni bir yöntem testi gerektirir.

Ön ısıtma sıcaklığının düşürülmesine sadece ön ısıtma ile ilgili gereklilikler (örnek: ISO/TR 17671-2) yerine getirilirse izin verilir.

Pasolararası Sıcaklık

WPQR'da kayıt altına alınan maksimum pasolar arası sıcaklıktan 50°C'den fazla artış, yeni bir yöntem testi gerektirir.

Seviye 1: Eğer tokluk gereklilikleri uygulanmıyorsa, bir sınırlama yoktur.

Seviye 2: 8. (Östenitik), 10. (dubleks) ve 41-48. (nikel alaşımları) malzeme grupları için nitelikliliğin üst sınırı, kaynak yöntem testinde ulaşılan en yüksek pasolar arası sıcaklıktır.

Hidrojen Giderme Tavlaması

Seviye 1: Temel değişken değildir.

Seviye 2: Hidrojen Giderme Tavlamasının sıcaklığı ve süresi azaltılamaz.

Hidrojen Giderme Tavlaması, prosedürden çıkarılamaz, ancak eklenebilir.

Isıl İşlem

Isıl işlemin iptal edilmesine ya da eklenmesine izin verilmez. ISO/TR 15608'de tanımlı 1-7 ve 9-11 malzeme grupları için:

- Gerilim giderme
- Normalizasyon
- Normalizasyon veya su verme ve temperleme
- Üst ve alt geçiş sıcaklığı arasındaki ısıl işlemler ayrı bir yöntem testi yapılmasını gerektirir.

Seviye 2 için:

Geçerli olan sıcaklık aralığı, aksi belirtilmediği sürece, kaynak yöntem testinde uygulanan bekleme sıcaklığı + 20°C'dir. Eğer gerekiyorsa, ısıtma ve soğutma hızı ile bekleme süresi ürüne göre seçilebilir.

Yöntemlere Özel

Tozaltı Ark Kaynağı (Yöntem 12)

Seviye 1:

a. Eğer tel/toz kombinasyonu sınıflandırılmışsa, minimum çekme dayancındaki değişiklik; eğer tel ve/veya toz sınıflandırılmamışsa, tel veya toz için ticari adın değişmesi,
b. A-numarası 8 veya 9 (CrNi) olan tozlar için, ticari adın değişmesi,
c. Malzeme grupları 1 ve 11 için çok pasolu kaynaklarda toz türünün değişmesi (nötralden aktife veya tersi)
d. Cürufun öğütülmesiyle elde edilen kaynak tozlarının kullanılması, her bir harman veya parti için sarf malzeme şartnamesi gerekliliklerine göre üreticinin veya kullanıcının test etmesini gerektirir.

Seviye 2:

a. Yöntem 12'nin farklı prosesleri (121-126) ayrı ayrı nitelikli edilmelidir. Tel elektrot sayısındaki değişiklik yeni bir yöntem testini gerektirir.
b. Yöntem testi, testte kullanılan tozun üreticisi, markası ve gösterimi ile sınırlandırılmıştır.
c. Cürufun öğütülmesiyle elde edilen kaynak tozlarının kullanılması, her bir harman veya parti için yeni bir yöntem testi gerektirir.

Gaz Korumalı Metal Ark Kaynağı (Yöntem 13)

Koruma gazı için yeterlilik belgelendirme, yöntem testinde kullanılan gazın nominal kompozisyonuyla sınırlandırılmıştır. (örneğin: ISO 14175:2008-M21-ArC-18)

CO_2 içeriği, yöntem testinde kullanılan nominal kompozisyon %20 eksik veya fazla olabilir.

Herhangi bir gaz bileşeninin, bilerek, en fazla %0,1'i kadar artırmak veya eksiltmek, yeni bir yöntem testi gerektirmez.

Seviye 1: Eğer tokluk gereklilikleri uygulanıyorsa, aynı kaynak banyosunda hareket eden tek telden çok tele değişim (veya tersi) yeni bir yeterlilik gerektirir.

Seviye 2: Tel sisteminin yeterlilik, kaynak yöntem testinde kullanılan tel sistemiyle (örnek. tekli tel veya çoklu tel sistemi) sınırlandırılmıştır.

Transfer Modu

Masif ve metal özlü teller için, kısa devreli geçiş (kısa ark) sadece kısa devreli geçişi nitelikli eder. Sprey, darbeli veya iri damlalı geçiş (uzun ark), sprey, darbeli ve iri damlalı geçişi nitelikli eder.

Erimeyen Elektrotla Gaz Korumalı Ark Kaynağı (Yöntem 14)

Koruma gazı için niteliklilik, yöntem testinde kullanılan gazın nominal kompozisyonuyla sınırlandırılmıştır. (Örnek: ISO 14175:2008-I3-ArHe-30)

He içeriği, yöntem testinde kullanılan nominal kompozisyondaki oranından en fazla %10 eksik veya fazla olabilir.

Herhangi bir gaz bileşenini, bilerek, en fazla %0,1'i kadar artırmak veya eksiltmek, yeni bir yöntem testi gerektirmez.

Dolgu teliyle yapılan kaynak, dolgu teli kullanmadan yapılan kaynağı (veya tersi) nitelikli etmez.

(Yöntem 15 ve 311 için de geçerlidir)

Kök Koruma Gazı

Seviye 1: Malzeme grupları 7.1 (ferritik paslanmaz çelikler) ve 41-48 için,

- Kök koruma gazının kaldırılması veya kullanılan kök koruma gazının nominal kompozisyonunun asal gazdan, asal gaz içermeyen bir karışım gaza değiştirilmesi yeniden nitelikliliği gerektirir.

Bu gruplar için kök koruma gazı eklenmesi yeni bir test gerektirmez.

Diğer bütün malzeme grupları için, kök koruma gazı eklenmesi veya çıkarılması, yeni bir test gerektirmez.

Seviye 2: Kök koruma gazı kullanılmadan yapılan bir kaynak yöntem testi, ISO 14175'e göre I, N1, N2 ve N3 grup kök koruma gazıyla yapılan kaynakları nitelikli eder.

ISO/TR 15608'e göre1-6 grup malzemeler için, I, N1, N2 ve N3 grup kök koruma gazları arasındaki değişiklik yeni bir testi gerektirmez.

8 ve 41-48 grup malzemeler için, I, N ve R grup kök koruma gazları arasındaki değişiklik yeni bir testi gerektirmez.

Malzeme grupları 7 ve 10 için, kök koruma gazı sınıflandırmasındaki herhangi bir değişiklik, yeniden yeterlilik gerektirir.

TS EN ISO 14732 (Kaynak personeli-metalik malzemelerin tam mekanize ve otomatik ergitme kaynağı için kaynak operatörlerinin ve kaynak ayarcılarının yeterlilik sınavı)

Kaynakçı için Onay belgesi

Füzyon ve Direnç Kaynağı

Tanım

- Makineleşmiş kayna : Kaynak işlemleri sırasında ayarlamak mümkündür.
- Otomatik kaynak : Kaynak esnasında ayarlamak gerekmez.

KAYNAKÇI / Direnç Kaynak Makine Ayarlayan Operatör

- Kaynak makinesinin kaynak için hazırlanması ve/veya kaynak esnasında ayarlanması Test gereklidir.
- Kaynak operatörü kaynak makinesini ayarlayamaz. Yani sadece düğmeye basar, test etmeye gerek yoktur.

EK-4 TAHRİBATSIZ KAYNAK TEST METOTLARI (NDT) İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER

E4.1 TAHRİBATSIZ KAYNAK TEST METOTLARI (NDT)

Tahribatsız kaynak test metotları, endüstri sektörleri arasında teknik olarak farklılık içerse de tesisat sektöründe kaynaklı boru ve boru kaynağı ile yapılan işin kontrolü ayrılmaz bir süreçtir. Görsel yapılan test ile kaynağın dış yüzeyindeki risk içeren, uygun olmayan gözenek ve düzensizlikler görünse de kaynak alt katmanlarda oluşma ihtimali olan kılcal malzeme çatlakları ancak karmaşık metotlar ile incelenebilmektedir. Sırası ile baktığımızda alt kırınımları ile yirminin üzerinde teknik olup, sahada en kolay uygulanan beş adet metodu aşağıda öncelikli olarak sırasıyla açıklanacaktır. Yapılacak her türlü test için (sahada, laboratuvarda, vs.) kullanılan tüm ölçüm cihazlarının akredite kalibrasyon sertifikası olması gereklidir. Aynı zamanda Sertifikaların, yorumlanması ve ilgili ölçüm cihazının, uygulamanın gerektirdiği doğruluk/belirsizlik şartlarını sağlama durumu da değerlendirilmelidir. Yani, ölçüm cihazları için "kabul kriterler" belirlenmelidir. Buna örnek, EN12599-Bina Havalandırma Test ve Prosedürleri Standardında belirtilmiş olan; bağıl nem, ortalama hava hızı ve sıcaklığı ile gürültü seviyesi için belirsizlik değerleridir.

Yine de bu tahribatsız testlerin isimleri ve bazıları için sadece fikir edinilmesi amacıyla aşağıda açıklamalar verilmiştir.

Elektromanyetik Test (Electromagnetic Testing (ET))

Bu test elektrik akımı ve metal kaynak üzerinden geçen manyetik alan üzerinden yapılır üç tür elektromanyetik test vardır;
1- Eddy Akım Testi (Eddy Current Testing),
2- Alternatif Akım Alan Testi (Alternating Current Field Measurement (ACFM))
3- Uzaktan Saha Testi (Remote Field Testing (RFT)).

Yer Radarı Testi (Ground Penetrating Radar (GPR))

Bu metot yer altına radar dalgaları göndererek yeraltındaki gömülü metal boru veya diğer malzemeleri tespit etmek için kullanılır, farklı malzemelerin elektromanyetik yansımasından faydalanır. Özellikle belediye sınırları içerisinde yapılan farklı tesisatın üzerine konulan manyetik bantlar kaplanmış alanda tespit edilerek tadilat ihtiyacı gerektiğinde boru güzergahı tespit edilir.

Lazer Test Metodu (Laser Testing Methods (LM))

Lazer test metodu da üç kategori içermektedir.
1. Holografik test,
2. Lazer profilometre (profilometry)
3. Lazer Kesme incelemesi (shearography)

• Sızıntı testi (Leak Testing (LT))

Bu metot daha önce detaylı olarak boruların kaçak kontrolü kısmında anlatılmıştır. Dört (4) çeşit sızıntı kaçak test metodu vardır:
1. Köpük Testi (Bubble Leak Testing),
2. Basınç Değişim Testi (Pressure Change Testing), Basınç veya Vakum Testi
3. Halojen Diyot Testi (Halogen Diode Testing)
4. Kütle Spektrometre Testi (Mass Spectrometer Testing.)

Basınç değişim testinde sıcaklık düzeltmeli cihazların kullanılması tavsiye edilir.

• Manyetik Akı Kaçağı Testi (Magnetic Flux Leakage (MFL))

Bu metot boru hatları ve tank gibi tesisat malzemeleri ne çok yüksek manyetik akı uygular ve malzeme üzerindeki sensör manyetik akı değişimini hissederek malzeme kalınlığındaki değişiklileri korozyon veya incelme durumunu tespit eder.

• Mikrodalga Testi (Microwave Testing)

Bu metot genelde yalıtkan malzemelerin testi için kullanılır. Mikrodalga frekans dalgaları yalıtkan malzemeye gönderilip geri alınır ve yalıtkanlık özelliğindeki değişiklikler izlenerek kırık çatlak veya malzemenin eksiklikleri tespit edilir.

• Solvent ile Sızıntı Testi (Liquid Penetrant Testing (PT))

Düşük viskoziteli suda çözülen akışkan ile yapılır malzeme kılcal çatlaklar arasına girerek sızıntının artışını ve görülmesini sağlar. Bu test derinlemesine işleyen 3 malzeme ile gerçekleştirilir.

1- Solvent akışkan (solvent removable penetrants),
2- Su ile yıkanabilir (water washable penetrants),
3- Emülsiv tip (post-emulsifiable penetrants).

• Manyetik Parça Testi (Magnetic Particle Testing (MT))

Manyetik alan demir ve demirli malzemelerin yüzeye yakın bölgelerde manyetik alan kopukluklarını tespit etmek için kullanılır. İşlem sırasında ya bir mıknatıs veya elektromıknatıs kullanılır. Manyetik alanlar kopuklukları gösterir ve sızıntı başlar bütün manyetik parçalar çatlakta toplanır.

• Nötron Radyografik Test (NR)

Nötron radyografik sistem düşük enerji nötron demetini parçanın üzerine gönderip malzemenin ışık geçirgen hale gelmesi ile birçok organik malzeme görünür. Böylece hatalar izlenerek tespit edilir.

• Radyografik Test (RT)

Radyasyon X ışını ince ve daha az yoğun malzemelere, Gama ışını ise daha kalın ve yoğun malzemeler için ya film çekilerek ya hesaplanan radyoskopi veya hesaplanan tomografi veya dijital radyografi uygulanır. Burada esas bu üç metottan daha açık olarak hataları gösteren metot seçilir ve uygulanır.

• Isıl/Kızılötesi Işın Testi (Infrared Radyographic Test -IRT)

Kızılötesi gönderdiği ışının geri gelen kısmını test veya termografi tekniği sensor vasıtası ile gönderilen kızılötesi ışınımın malzeme yüzeyinden geri gönderilmesi vasıtası ile yapılır.

Pasif termografi malzeme üzerinden yansıyan ışını dalga boyunu ölçerek olması gereken ışınım ile kıyaslanarak veya tahmin ederek, sıcaklık ya dijital bir ekranda görülür veya yanlış renkli gözükür. Genelde yataklardaki aşırı ısınma, binalarda ısı kayıplarını ölçmede kullanılır.

Aktif termografi malzemenin üzerine sıcaklık ışını gönderir ve yüzeydeki sıcaklık farklılıklarını analiz ederek alaşımlı malzemedeki malzeme yapısı hakkında bilgi verir.

• Ultrason Testi (Ultrasonic Testing (UT))

Ultrasonic Testi yüksek frekansta ses dalgalarını malzeme üzerine gönderip geri dönen ses dalgalarının alçalıp yükselmesi prensibine dayanır. Üç tip ultrason testi vardır:

- Dalga Ekosu (Pulse Echo -PE),
- Malzeme İçindeki Ses Transferi (Through Transmission -TT)
- Ses Kırılma Zaman (Time of Flight Diffraction -Tofd).

Her üç metot da farklı geometrik yapıdaki malzemelerin paslanma ve incelme gibi sorunlarını test işleminde kullanılır. Ayrıca görsel kaynak teste kadar olan metotların tamamı ultrason ve değişik ihtiyaç uygulamalarını içermektedir.

• Daldırma (Immersion) Testi

Bu test metodunda ıslak tip ultrason probu su dolu tank içerisine daldırılarak test yapılır. Ayrıca hareket eden kol vasıtası ile prob tank testi sırasında ihtiyaca göre yer değişimi yapabilir hale getirilmiş modellerde mevcuttur.

• Hava Bağlantılı Test (Air Coupled Testing)

Bazı testler için malzeme ıslak tip ultrason prob'unu kullanılmasına izin verilmeyen durumlar için, hava bağlantılı ultrason testi hava boşluğuna düşük frekans verilerek gerçekleştirilir.

• Elektromanyetik Akustik Tranduser Testi (Electromagnetic Acoustic Transducer (EMAT) Testing)

EMAT Testi temas etmeden denetleme metodudur. Elektromanyetik ses jeneratörü tarafından üretilen ve geri alınan ses dalgaları herhangi bir temas olmadan veya tank içerisine prob daldırmadan işlem yapılır. EMAT özellikle çok aşırı, sıcak, soğuk, hijyenik ve temiz veya kuru çevresel koşullarında kullanılır. Geleneksel ultrason, EMAT ayrıca normal ve açılı ultrason demeti gönderebilir GW gibi.

• Kılavuzlanmış Ses Dalgası Testi (Guided Wave Testing (GW))

Uzun boruların, boru hatlarının testi için ideal bir yöntemdir. Ultrason ses dalgaları boru metal duvarı içerisindeki yansıma değişimi ölçülüp bilgisayar vasıtası ile analiz edilerek yapılır. Kılavuzlanmış ses dalga testi orta mesafe ve uzak mesafe testleri olarak ikiye ayrılır. Kılavuzlanmış ultrason dalga orta mesafe testi (GW MRUT) ve Kılavuzlanmış ultrason dalga uzun mesafe testi (GW LRUT) olarak adlandırılır. GW MRUT tekniği 25 mm -3000 mm alanı kapsar ve GW LRUT tekniği ise yüzlerce metre mesafeyi kapsar.

• Gelişmiş Ultrason Metotları (Advanced Ultrasonic Methods)

Aşağıda belirtine metotlar ile özellikle malzeme imalatçıları için bilgisayar destekli ve robotlar ile sensorların birlikte çalışması esasına dayanan (COBOT) endüstri standartlarını da kapsayan karmaşık ultrason test sistemleridir. İmalat sırasında hata miktarını sıfır değerine indirmek için geliştirilmişlerdir.

- Otomatik Kontrollü Test (Automated Inspection)
- Aşamalı Dizi Ultrasonik Test (Phased Array Ultrasonic Testing -PAUT)
- Tam Matris Yakalama Kontrol Testi (Full Matrix Capture - FMC)
- Noktasal Malzeme Açıklığı Ultrason Testi (Virtual Source Aperture - VSA)
- Vibrasyon Analizi (Vibration Analysis - VA)

Görsel Kaynak Testi (Visual Testing - VT)

Görsel test en popüler tekniklerden biridir ve görsel denetleme diye de adlandırılır operatör test parçalarına bakarak değerlendir.

E4.2 GÖRSEL KAYNAK KALİTE TESTİ (VİSUAL TESTİNG - VT)

Tahribatsız kaynak test olarak görsel yapılan test kendi içerisinde beş (5) adımda yapılır.

- Uygulama ile ilgili prosedürleri incele ve en uygun yaklaşımlar belirle
- Kaynak öncesi malzemenin tüm özelliklerini incele, malzeme kontrolünü yap
- Kaynak yapılırken, kaynak kalite prosedürlerinin uygulandığını kontrol et
- Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra kaynağı kontrol et kaynak çakısı (fillet gage) vs. ile
- Görsel problemleri tespit et ve kaynak tamiri yaptır.

Kaynak Çakısı

E4.2.1 Görsel Kaynak Kalite Testi İçin Gerekli Aletler

Görsel kalite testi yapmak için gerekli aletler listelenmiştir:

- Kaynak çakısı ile kontrol:
- Kaynağın yatay olması
- Kaynak dış bükeyliği (kaynak dışarı ne kadar çıkıntılı)
- Kaynak iç bükeyliği (kaynak içe ne kadar girintili)

- Koruyucu lens ve camlar özellikle kaynak sırasında izlemek için
- Uygun büyüklükte ve yakınlaştırma faktörlü büyüteç
- Lamba
- Keski ve çekiç; kaynak üzerindeki kabuğu temizlemek için
- Sıcaklık ölçer (Tempelstick, Pyrometer) kaynak için malzeme ön ısıtma, ara kat ile son ısıtma sıcaklıklarını ölçmek için.
- Mıknatıs, kaynak malzeme kontrolü için
- Şerit metre
- Kumpas

E4.2.2 Görsel Kaynak Kalite Kontrolü Kaynak Öncesi

- Projeleri kontrol et.
- Kaynak pozisyonunu spesifikasyon göre kontrol. Kaynak doğrultusunun dikliğini izle.
- Kaynak dolgu notasyonlarını kontrol et.
- Kaynak spesifikasyonları ile yerel kurallar da farklılık var mı? Kontrol et.

E4.2.3 Kaynak Malzeme Kontrolü Kaynak Öncesi

- Satın alınan elektrotların kaynaklanan malzeme ile uygunluğu, elektrot kalınlığı, kullanılıyorsa gaz seçimi ve sınıfı doğrumu kontrol et.
- Malzeme özürlerini kontrol et. Pas, kir, tortu, laminasyon vs.
- Kaynak ağzı doğru açıda mı? Kontrol et.

E4.2.4 Kaynak Montaj Kontrolü Kaynak Öncesi Son Hazırlık

- Tam uyumluluk var mı? Kontrol et.
- Kaynak tezgahında temizlik kontrolü yap
- Önden punto kaynağı var mı? Kontrol et. Punto kaynak elektrotunun da esas kaynak elektrotu ile aynı malzeme olduğuna emin ol.
- Soğurken deformasyonu engellemek için ön ısıtma yapılan yerin soğuma hızını kontrol et.

E4.2.5 Kaynak Kontrolü Kaynak Sırasında

- Elektrot kalınlık, tip ve depolama koşullarını kontrol et. (Düşük hidrojenli elektrotlar fırında sabit sıcaklıkta tutulmalıdır.)
- Kök kaynağını kontrol et çatlaklara sebep olacak şüpheli bir durum olmadığından emin ol.
- Tüm kaynak geçiş katmanlarını kontrol et. Her katmanın kesit ve profilini kontrol et. Kaynak çapakları ve kabuğun her katman için yeni katman işlemlerinden önce temizlendiğinden emin ol.
- Kaynak yüzeyinde doldurulması gereken çukur, delik olup olmadığını kontrol et.
- Kaynak akış ve ölçüsünü mastar çakı ile kontrol et.

E4.2.6 Kaynak Kontrolü Kaynak Sonrasında

- Kaynağın ilgili standart ve prosedürlere uygunluğunu kontrol et.
- Kaynak ölçülerini kaynak çakısı ile kontrol et ve kayıt altına al.
- Kaynağın bitmiş halinde görünümü ve rengini kontrol et.
- Standartlara göre çatlak sayılan yerleri kontrol et ve işaretle.
- Kaynağın üst üste binme durumunu kontrol et.
- Kaynak kesitini kontrol et.
- Son katta kaynak kir ve çapaklarının kabul kuralları içinde olduğunu kontrol et.

E4.3 AKIŞKAN SIZMA TESTİ (LİQUİD PENETRANT TEST - LPT)

Tahribatsız kaynak test metotlarından biri olan akışkan sızma testi çok da verimli ve her yere uygulanabilen bir test değildir. Bu teknik test yapılacak bölgeyi izole ettikten sonra akışkan ile doldurulur ve kaçak olup olmadığı kontrol edilir. Kaçak yok ise problem yoktur, fakat kaçak varsa ayrıca nereden kaçtığını da bulmak gerekir. Boru hatları ve tanklar için en kolay test olmasına rağmen hantal ve bir o kadar da zahmetlidir. Farklı akışkanlar kullanılarak başka aletler ile akışkanın izlenmesi de mümkün olmasına rağmen burada bu konuya girmeyeceğiz.

E4.4 RADYASYON TESTİ (RADİOGRAPHIC TESTING - RT)

Tahribatsız kaynak test metotlarından biri olan RT özellikle X-ray şantiyelerde en çok karşılaşılan testlerden biridir. Özellikle testler için çalışma saatlerinin dışında korumalı mesafeler ile testlerin yapılması radyoaktif kirlenme yüzünden özel izinler ve işlemi yapacak personele ihtiyaç duyar. Testler sektörüne göre değişmekte olmasına rağmen kaynak için, kaynakçı için ve izlenen kod ve prosedürlere bağlı olarak çevresel risk olan tüm sıvılar ve gazlar için %100 yer üstü boru imalatlarında ise hazırlanıp onaylatılmış kalite planına göre X-ray veya Gama-ray uygulanır.

E4.5 MANYETİK PARÇA TESTİ (MAGNETIC PARTICLE TESTING - MT)

Manyetik alan testi boyasız yüzeylerde demir ve demirli malzemelerin yüzeye yakın kaynak bölgelerinde yüksek oranda manyetik alan yaratarak kaynak kopuklukları ve hatalarını tespit etmek için kullanılır. Genellikle boru tesisatından çok tank tabanı veya düz yatay düzlemlerde kaynak test işlemlerinde kullanılır. İşlem sırasında ya bir mıknatıs veya elektromıknatıs kullanılır. En büyük olumsuz tarafı birden fazla yerde çoklu tekrar ile yapıldığı için büyük ölçekte testi bu metot ile yapmak ciddi maliyet artışlarına sebep olur.

E4.6 ELEKTROMANYETİK TEST (ELECTROMAGNETIC TESTING - ET)

Bu test elektrik akımı ve metal kaynak üzerinden geçen manyetik alan üzerinden yapılır. Genelde MT testine benzer nitelikte elektromanyetik akım Eddy Akım testi (eddy current testing), kaynak hatalarını tespit etmekte kullanılır. En büyük MT'ye göre avantajı yüzey hazırlama işlemleri özel olarak yapılmadığı için tekrar kaplama ve boya işlemlerine de ihtiyaç duyulmaz. Çok hassas bir teknik olmadığı için kalın malzemelerin derin incelenmesinde veya çok geniş kaynak alanlarında başka bir metot tercih etmek daha doğrudur.

E4.7 ULTRASON TESTİ (ULTRASONIC TESTING - UT)

Kaynak için en çok tercih edilen, en hızlı test metodu Ultrason Testidir. Genelde hem uygulaması hem de çevresel yarattığı riskler düşük olduğu için tercih edilememektedir.
Petrol sektöründe deniz aşırı boru ve tesis boru tesisatında
Hata tespiti ve malzeme tadilat işlerinde
Uzay ve havacılık sanayi
Askeri savunma sanayi
Denizaşırı tesisler platform vs.ve gemicilik endüstrisi

EK-5 DEPREM VE TİTREŞİM KONTROLÜ

E5.1 DEPREM İLE İLGİLİ TEMEL İLKELER

E5.1.1 Depremler

Deprem (sismik) kelimesi bize her ne kadar ülkemizde yaşanan tabi afetleri hatırlatsa da aslında yaşadığımız dünya üzerinde birçok deprem çeşidi vardır. Bunların bir kısmı dünyadaki tektonik kayaların hareketi sonucu ortaya çıkmaktadır ve bazıları da insan etkili olanlardır. Kısaca sınıflandırırsak,

Tabi afet olanlar:
- Volkanik patlama sonucu olan depremler,
- Magma üzerinde tektonik kayaların hareketi sonucu oluşan depremler,
- Toprak kayması, sel basması gibi nedenler ile oluşan depremler,
- Obruk vs. gibi yine toprak yapısı ile olan depremler.

İnsan kaynaklı olanlar:
- Madencilik veya metro kazısı gibi benzer faaliyetler sonucu olan depremler,
- Her türlü patlama sonucu olan depremler (Nükleer veya geleneksel bomba)

Hangi neden ile olursa olsun sonuç olarak can, mal kayıpları yanı sıra küçük veya büyük olmasına bakmaksızın, tesisat ekipman, boru, kanal ve tesisat sistemlerinin zarar görmesine sebep olmaktadır.

E5.1.2 Deprem Dalgaları

Dört temel farklı deprem tipi değerlendirildiğinde sonuç olarak bir ortak etki görülmektedir

- Şok enerjisi veya deprem dalgaları (dört tür dalga)

Üretilen deprem dalgaları P (Primary-ilk dalga) temel olarak kütlesel hareket boyunca zemin mekaniğine bağlı olarak ilerler ve S (Secondery- ikinci dalga) hareket doğrultusunun dikine kesme kuvveti olarak etkiler. Öncelikle P dalgası gelir ve sonrasında S dalgası aşağı yukarı harekete neden olarak büyük hasarı oluşturur.

Son iki dalga ise temel olarak yüzeydeki etkileri nedeniyle bilinir. Üçüncü dalga dikey bileşeni olmayan S dalgası gibidir ve özellikle bina temellerini hareket ettirir ve son dalga da Rayleigh dalgası hareket yönünde eliptik devrilmeye sebep olur.

P ve S dalgaları depremin esas yıkıcı her yöne yeni dalgalar gönderen temel sebeplerdir.

E5.1.3 Deprem Derecesi Şiddeti ve Büyüklüğü

Bu iki kelime depremin vereceği hasarı tarif etmektedir. Deprem şiddet derecesi yıllar içerisinde değişse de değişiklik yapılmış Mercalli Şiddet skalası 12 şiddet değeri gözle yeryüzü ve binaların gördüğü zararı tarif etmektedir. Matematiksel temelli olmadığı için zararın tespiti çok zaman alır.

Genelde bizim alışık olduğumuz Richter Büyüklük Skalası ise sismografın hareketleri izlediği için çok daha hızlı ve matematiksel bilgi verir. Prensip olarak depremin olduğu noktadan P ve S dalgalarının maksimum olduğu zamanın ölçüm noktasına geliş gecikme süresine bakarak deprem anının deprem büyüklüğünü tarif eder. Büyüklük değeri iki değişik parametreyi esas alır. **“Hareket Miktarı”** ve **“Açığa Çıkan Enerji Miktarı”**.

Altı (6) büyüklüğündeki deprem, 5 büyüklüğündeki depremden 10 kat daha fazla yeryüzü hareketine ve 30 kat daha fazla enerji açığı çıkmasına sebep olur.

Yedi (7) büyüklüğündeki deprem ise 5 büyüklüğündeki depremin 10x10= 100 kat daha fazla hareket miktarına ve 30x30= 900 kat daha fazla enerji açığa çıkmasına sebep olur.

2. dünya savaşından sonra bikini Nükleer Bombası $1x10^{19}$ erg enerji açığa çıkarmıştı ve 5 büyüklüğündeki deprem de $1x\ 10^{20}$ erg enerji açığa çıkartır.

E5.1.4 Bina Deprem Kodları ve Genel Tablolar

ASHRAE 1999 yılında deprem ve depreme yönelik tasarım konuları ile ilgili tüm organizasyon standartlarını kapsayan (MASON) **"A Practical Guide to Seismic Restrainst"** isimli bir kitap yayınladı. Bu yayın tüm elektrik ve mekanik ekipmanlar ile tesisat boru, vana, pompa, kanal gibi her parçası için yer seviyesinden çatı katına kadar depremdeki önem derecesine bağlı olarak etkisinde kalacağı kuvvetler ve bu kuvvetleri nasıl tutulacağına dair hesapları ve örnekleri kapsamaktadır. Kitabın 2. basımı değişen bina kodları ile bina içerisindeki tesisat ile ilgili tüm boru ekipman ve tesisat cihazları kaideleri bina yapısına, önem derecesine, monte edildiği yerlere bağlı deprem bölgesinden farklı olarak depremsel ivme ve hız temelinde tadil edilmiştir. Aynı değişiklik ülkemizde 2018 tarihinde binaların tasarımı konusunda yeni yaklaşım doğrultusunda yayınlanmış ve 2019 yılında da devreye girmiştir.

Burada tasarım ile ilgili daha detaylı bilgi vermemekle birlikte ilgili tabloları adları ve içerikleri konusunda bilgi aktaracağız.

Esas olarak ülkemizin deprem konusunda bulunduğu coğrafya ve bina kalitesi değerlendirildiğinde, tüm tasarım projeleri içerisinde deprem hesaplarına göre yapı tesisat taşıyıcı ve boru bileşenleri ile ekipman kaidelerinin deprem hesaplarına göre kaide ölçülerini belirlemek gerekmektedir. Ayrıca dış saha yeraltına gömülü tesisat için her türlü dirsek, te, redüksiyon ile yer üstüne çıkış noktalarında hidrant veya boru grubu ile kütle betonu, karşı kuvvetlerin hesaplanarak ölçülendirilmelidir. Özellikle beton boyut hesapları tesisat borularının iç akışkan basıncı ve/ veya akışkanın atmosfere basınçla deşarj edildiği veya kapalı devre çalışması da etkilemektedir.

(MASON) A Practical Guide to Seismic Restraints İçindeki Genel Tablolar

Tablo 2-1 Mekanik ve Elektrik Birleşenlerinin ve Sismik Sistem Katsayısı C_c ve Performans Kriter Faktörü P

Tablo 2-2 Sismik Tehlikeye Açıklık Katsayısı

Tablo 2-3 Sismik Performans Kategorisi

Tablo 2-4 Bağlantı Şekli Etkileme Faktörü $\boldsymbol{A_c}$

Tablo 2-5 Kullanım Amacı Önem Faktörü $\boldsymbol{I_p}$

Tablo 2-6 Yatay Etki Faktörleri $\boldsymbol{A_p}$ ve $\boldsymbol{R_p}$

Tablo 2-7 Sismik Bölge Faktörü $\boldsymbol{Z}$

Tablo 2-8 Sismik Katsayı $\boldsymbol{C_a}$

Tablo 2-9 Deprem Merkezine Yakınlık Faktörü $\boldsymbol{N_a}$

Tablo 2-10 Sismik Tasarım Katsayısı $\boldsymbol{S_{ds}}$

Tablo 2-11 Sismik Kullanım Grubu ve Kullanım Önem Faktörü

Tablo 2-12 Mekanik ve Elektrik Birleşenleri Katsayısı $\boldsymbol{A_p}$ ve $\boldsymbol{R_p}$

Tablo 2-13 Saha Katsayısı Fa ve Kısa Sürede Akselerasyon Tepkisi $\boldsymbol{S_s}$

Tablo 2-14 Sismik Bölgeye Z Göre Bulunduğu Yerin Hız Oranı Katsayısı ∪

Tablo 2-15 Sismik Ekipman Katsayısı $\boldsymbol{C_p}$

Tablo 2-16 Çeşitli Kodlara Göre Kuvvet Karşılaştırılması

Üretici Linki: http://www.darhan.com.tr/kategori-sismik.html

E5.1.5 "Örnek Boru Kaide Deprem Hesabı"

1997 UNIFORM BUILDING CODE

Fp:Yatay Güç
Fpv:Düşey Güç
Ca: *Z*=0.04 den paragrafta belirtildiği üzere *Sd* tipine bakılıp 0.44.Na (*Tablo 2-8*)
Na:Tablodaki en yüksek değer seçildi *1,5* (*Tablo 2-9*)
Ip: **Yakıt Tesisatı** boru için 1.5'dir.(*Practical Guide to Seismic Restraint*- Table2-5)
Z faktörü adapazarı için 0.4.Eğer *Z* bilinmiyorsa en kötü değere göre hesaplarını yap.
Wp:Cihazın ağırlığı Birimi *lb*.
1 kg: 2.20 *lb*

6" borularının support ve kaidesi

Ağırlığı=	*Ekipman Ağırlığı+ Kaide Ağırlığı*									
Ağırlık=		450	+			855	*kg*	=	*2871*	*lb*

Ca =	*0,44*	*x*	*1,5*	=	*0,66*					
Fp=	*4*	*x*	*Ca*	*x*	*Ip*	*x*	*Wp*			
Fp=	*4*	*x*	*0,66*	*x*	*1,5*	*x*	*2871*			

Fp = *11369,16* *lb*
Fp1= *50,60877462* *k N*

Alternatively;

ap=1 seçildi. (*Practical Guide to Seismic Restraint-Page 7-Table2-6*)
Rp=3 seçildi.(**Practical Guide to Seismic Restraint-Page 7-Table2-6**)
hx = Cihazın zeminden yüksekliği . Birimi ft .
hr= Binanın yüksekliğiyüksekliği . Birimi ft .

Fp= $\frac{ap \times Ca \times Ip}{Rp}$ *(1+3 x hx/hr)) xWp*

Fp=	1	*0,66*	1		1	+	3	0	2871	**631,62** **lb**
		3						0.99		

Fp2= 2.81159859 k N

Sadece Fp değeri daha küçük olamaz *FP4 değerinden sonrasına ihtiyaç yoktur Fp4=4*Ca*Ip*Wp*

*0,7*Ca*Ip*Wp*

Fp=	*0,7*	*0,66*	*1,5*		*2871*					

Fp= *1990* *lb*
Fp3= *8,856535558* *k N*

Eğer *Fp-1* ve *Fp-2* değerleri *0.7* li formülden çıkan *Fp-3* değerinden küçük değilse;
***Fp-1* ve *Fp-2* değerinden hangisi küçükse hesap için formüldeki *Fp* değeri kullanılır.**
Eğer Fp-2 değeri 0.7li formülden çıkan Fp-3 değerinden küçük ise;o zaman Fp-1 kullanılır.

Fp1=	*50,60877462*	*k N*			*(Yatay Güç)*					

Fpv=	*0,3*	*x*	*Fp*	=	*0,3*	*x*	*50,6*	=	*15,1826*	*k N* *(Düşey Güç)*

KAİDE YÜKSEKLİK HESABI

OTM: OVER TURNING MOMENT

OTM=	*Fph*	x	*h*	***h*= Ekipman ve kaidenin ağırlık merkezinin toprak zeminden yüksekliği**
				(Burada kaidenin bir kısmı toprağa gömülü olacak devrilme momentini karşılamak için.)

h= (ekipman yüksekliği + kaide yüksekliğ + varsa toprak zeminle kaide arası mesafe)/2
Burada Cihaz zemin kattadır (toprak seviyes

OTM=	*50,609*	*x*	*495,90*	=	*25096,9*	*kN- m*	
RM=	*(W-Fpv)*	*x*	*dmin/2*				
RM=	*2871*	*-*	*15,18*	*x*	*1,00* /	*2*	= *1427,91*
T=	*(OTM-RM)/dmin*						
T=	*23669*						

E5.2 BORU VE KANAL VİBRASYON ÖNLEMLERİ

Esas olarak boru tesisatında kullanılacak titreşim/vibrasyon yutucu tip izolatörler listelenmiştir.

Tip G: Çelik yağlı ve cam elyaf takviyeli izolatör veya kloropren-elastomer izolatör ile bina taşıyıcı sistemine bağlanmalıdır. Yük normal çalışma şartlarında minimum yay ve statik elastromer sıkışması en az 25 mm ve 10 mm olmalıdır.

Tip H: Bina taşıyıcı sistemine bağlantı izolatörleri kloropren-elastomer malzemeli olmalıdır. Yük normal çalışma şartlarında statik elastomer sıkışması en az 10 mm olmalıdır.

Tip J: Direkt döşemeye veya döşemeden destekli kolon üzerinde elastomer izolatör ile montajlı kullanılmalıdır. Yük normal çalışma şartlarında statik elastomer sıkışması en az 10 mm olmalıdır.

Döşemeye monte edilen boru

Tip K: Çelik yaylı izolatörler ya direkt döşemeye veya döşemeden destekli kolon üzerine monte edilmelidir. Yük normal çalışma şartlarında statik elastromer sıkışması en az 25 mm olmalıdır.

Dikey Boru

Tip L: Çelik yaylı bir veya birkaç yaydan oluşan izolatör boru temel destek sistemine monte edilmelidir. Yük normal çalışma şartlarında statik elastromer sıkışması en az 25 mm olmalıdır. Ekipmanlara konulan ön-sıkıştırmalı tip ve minimum 6,4 mm kalınlıkta elastomer ses yutucu ve döşemeye montajı izolasyon pulları ile yapılmalıdır.

Tip M: Elastomer montajlı ve dikey boru kılavuzlu izolatör çift yönlü harekete izin verecek nitelikte olmalıdır. Yük normal çalışma şartlarında statik elastromer sıkışması en az 10 mm olmalıdır. Ayrıca izolatörü ısıl izolasyonlu olarak ölçülendirilmeli ve temin edilmelidir.

EK-6 MEKANİK TESİSAT SİSTEMLERİ RENK KODLARI ve ETİKET PROSEDÜRÜ

6.1 BORU TESİSATINI ETİKET VE RENK KODLARI İLE İŞARETLEMEK

Dünya üzerinde ISO tarafından gemilerde tesisat boya renk ve işaretleme şartnamesi ISO 14726:2008 ile ANSI/ ASME A13.1 ve İngilizlerin ‘‘BS 1710’’ BRITISH STANDARD PIPE MARKING boya standartları dışında diğer ülke standartları kendilerine göre ve zaman zaman değişerek özellikle özel dünya devi şirketlerin kendi standartları esas alınarak kullanılmıştır. Detay için bakıldığında, daha önce Türkiye’de Bayındır Bakanlığına ait renk kodları daha sonraları ortadan kalkmıştır. Etiket konusu ve işaretleme başlı başına bir problem olmaya devam etmektedir. Prensip olarak askeriyede genelde her konunun etiketlenmesi ve tanımlanması esas olduğu için, doğru etiketleme, işaretleme ve renk kodları standart ve devamlılık esası ile kullanılmaktadır. NATO üye ülkelerinin de konu ile ilgili standartları birliği olduğu görülmektedir. Birleşik Avrupa standartlarının henüz ortak bir renk kod ve etiketleme işaretleme sistemi yoktur.

Her ne kadar ortak dil olarak kullanılmasa bile şu anda uygulanmakta olan, SEÇ kriterleri, sağlık emniyet ve çevre duyarlılığının artması ile aynı tehlikeli madde işaretlemesi ile emniyet uyarı işaretleri dünya genelinde ortak işaret dili oturtulmaya başlamıştır. Bu kısımda ANSI/ASME renk kod işaret ve etiketlerinin özeti verilmiştir.

Eğer standart bir tesisat için henüz etiket üretme konusunda bilgi birikimi ve tecrübe sahibi değil iseniz, hazır aşağıdaki linki kullanarak en azından standart etiketleri boru çapına göre hazırlayabilirsiniz. pipe label calculator

https://www.creativesafetysupply.com/calculators/pipe-label-calculator/

Markalama işaretleme stratejisi oluşturmaya tesis içerisinde herkesin anlayabileceği ve kolay tanımlanabilen işaretler ile başlayalım.

ASME Standardı

ASME, Amerikan Makine Mühendisleri Organizasyonu olarak sadece boru değil, birçok konuda ilgili standartları üretmekte ve toplum hizmetine sunmaktadır. İlgili link ile diğer standartlara ulaşmak olanaklıdır.

ASME Boru Standardı

ASME birçok tesis içerisindeki tesisat boru ve diğer elemanların etiketlenmesi ile odaklı olarak *ASME A13.1 PDF (https://www.ppsa.org/assets/SafetyProgram/pipe_labeling_to_ansi_asme_a13.1.pdf)* yeterlidir. Özellikle bu standart sadece boru ve tesisatını işaretlemekle sınırlı olmayıp aynı zamanda boru tesisatının da nasıl emniyetli olarak nasıl yerleştirileceğini de tarif etmektedir.

Standartlara bakmanın bir yolu yukarıdaki link üzerinden görsel üzerinde boyut ve ölçüleri izlemektir.

Boruların taşıdığı akışkan için renk kodları ile başlamak aslında tesisatın yapım aşamasında içereceği risk değerlendirme ve tesisat için alınacak tedbirler ile yapım, devreye alma ve emniyetli işletme sürecini akışkan tanımı, tehlike işareti, akış yönü, faz tanımı, işletme basıncı bilgilerini de içermektedir.

- **Tutuşabilir:** Herhangi bir boru içerisinde alev alabilir nitelikte sıvı veya akışkan tutuşma riski olan buhar oluşturuyor ise sarı zemin üzeri siyah harfler kullanılır.
- **Yanıcı:** Boru içerisindeki akışkan yanabilmesine rağmen tutuşma riski yok ise kahverengi zemin üzeri beyaz harfler kullanılır.
- **Toksin ve/veya Korozif:** Boru içerisindeki akışkanlar toksin veya korozif nitelikte ise portakal rengi zemin üzeri siyah harfler kullanılır.
- **Yangın Söndürme:** Su veya diğer yangın söndürücü nitelikte akışkanlar kırmızı zemin üzeri beyaz harfler kullanılır.
- **Diğer Su ile İlgili Her Şey:** Yangın sistemleri hariç geri kalan tüm su tesisatında yeşil zemin üzeri beyaz harfler kullanılır.

- Basınçlı Hava: Basınçlı buharlaşmış veya gaz olan akışkanlar (basınçlı hava gibi herhangi başka bir kategoride değerlendirilemeyen) için mavi zemin üzeri beyaz harfler kullanılır.

Yukarıda temel olarak belirtilen renk kodları dışında ayrıca
- Siyah zemin üzerinde beyaz harf
- Beyaz zemin üzerinde siyah harf
- Mor zemin üzerinde beyaz harf
- Gri zemin üzerinde beyaz harfler

Tesis içerisinde kafa karışıklığına neden olmaması için kullanıcı tercihine göre açık bırakılmıştır. Özellikle amonyak boru tesisatı konusunda etiketler IIAR standartlarına göre olmalıdır. ‘‘International Institute of Ammonia Refrigeration’’ (IIAR) standartları özellikle amonyak soğutma tesisat boru ve ekipmanları için ayrı bir notasyonu özellikleri belirterek tercih etmiştir. Birçok endüstri tesisinde amonyak kullanılması yaygın olmasına rağmen, kontrolsüz kaçak durumu ve bulunduğu hal açısından riskli akışkan sınıfındadır. ammonia-konusu ile daha derin bilgi edinmek için

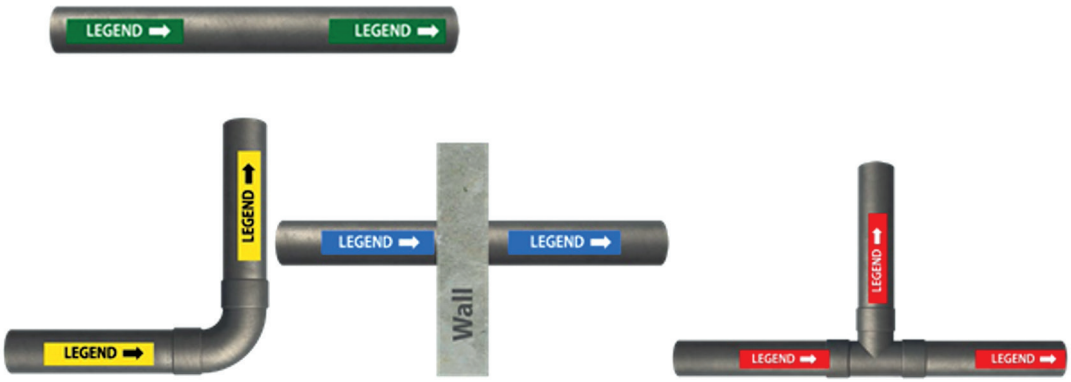
ANSI/ASME A13.1-2015

Aşağıdaki her iki tabloda boru renk kodları ile renkli zemin uzunluğu ve üzerine yazılacak yazı punto yüksekliği belirtilmiştir.
- Vana ve Flanş,
- Ortalama her 7,6 m-15 m düz boru boyunda
- Boru duvar veya zemin geçişlerinde.
- Yönü değişen tüm borularda dirsek, kol ayrım veya birleşimi.

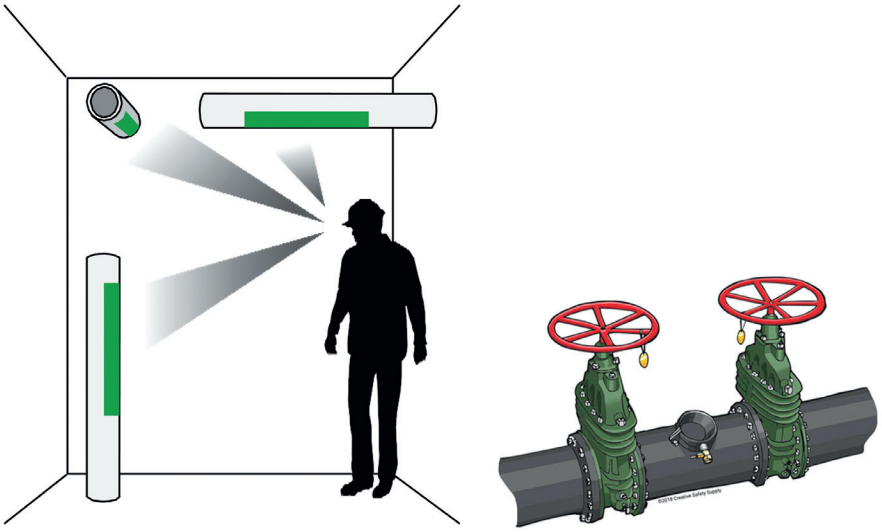
2015 Standartları

TANIMLANMIŞ UYGULAMALAR	Klasifikasyon	Renk Düzeni	
	Yangın Söndürme Sıvıları	Beyaz yazı Kırmızı Zeminde	Sample
	Toksin ve Korozif Sıvılar	Siyah yazı Portakal zeminde	Sample
	Parlayıcı ve Oksitleyici Sıvılar	Siyah yazı Sarı Zeminde	Sample
	Yanıcı Sıvılar	Beyaz yazı Kahverengi zeminde	Sample
	İçme suyu, Soğutma, Kazan Yangın Hariç Su tesisatları	Beyaz yazı Yeşil Zeminde	Sample
	Basınçlı Hava	Beyaz yazı Mavi Zeminde	Sample

TANIMLANMAMIŞ UYGULAMALAR	Klasifikasyon	Renk Düzeni	
	Kullanıcı Belirler	Beyaz yazı Mor Zeminde	Sample
	Kullanıcı Belirler	Siyah yazı Beyaz Zeminde	Sample
	Kullanıcı Belirler	Beyaz yazı Gri Zeminde	Sample
	Kullanıcı Belirler	Beyaz yazı Siyah zeminde	Sample



BORU DIŞ ÇAPI İZOLASYON KALINLIĞI DAHİL	MİNİMUM RENKLİ ZEMİN ALAN UZUNLUĞU	MİNİMUM YAZI PUNTO YÜKSEKLİĞİ
¾" - 1¼" (19 -32 mm)	1x8" (25x200 mm)	½" (13 mm)
1¼" -2" (38 -51 mm)	1x8" (25x200 mm)	¾" (19 mm)
2 ½" - 6" (64 -150 mm)	2x12" (51x300 mm)	1¼" (32 mm)
8" -10" (200 - 250 mm)	3x24" (102x600 mm)	2 ½" (64 mm)
10" Üzeri(250 mm)	4x32" (150x800 mm)	3 ½" (89 mm)



E6.2 DENİZCİLİKTE BORU TESİSATI RENK KODLARI

Daha önce belirtildiği gibi, *marine pipe color codes (https://www.creativesafetysupply.com/qa/pipe-marking/pipe-labeling-for-sea-vessels-and-marine)* diğer renk kodlarından oldukça farklıdır. Özellikle denizcilikte kullanılan kimyasalalar sabit olması dışında boruların işletme süresinde takip edilmesi, tamir edilmesi, bakım yapılması ve tadil edilmesi tamamen renk kodları ve etiketler izlenerek gemicilik işletmesi için ayrı bir önem taşır. Konu ile ilgili bilgi için kırmızı link üzerinden ilgili standartlara ulaşılabilir.

E6.3 HASTANE VE TIBBİ MERKEZLER İÇİN BORU RENK KODLARI

NFPA 99C

National Fire Protection Association NFPA sadece özel sağlık kuruluşları hastane, diş hekimliği merkezi gibi yerlerde uygulanan etiket sistemine tıbbi gazlar, uyuşturucu, okside edici ve oksijenle yer değiştiren gazlar için ilgili renk kodları tarif edilmiştir. İlgilenenler Medical gas supply systems, oxidizing gases displace oxygen

GAZ	ZEMİN RENGİ	YAZI RENGİ
KARBONDİOKSİT	GRİ	SİYAH veya BEYAZ
HELYUM	KAHVERENGİ	BEYAZ
TIBBİ HAVA	SARI	SİYAH
OKSİJEN	YEŞİL	BEYAZ[e]
OKSİJEN/KARBON KARIŞIMLAR	BEYAZ	BEYAZ
NİTROJEN	SİYAH	BEYAZ
NİTROOKSİD	MAVİ	BEYAZ
ANESTEZİK GAZ ATIKLARI	MOR	BEYAZ
TIBBİ AMELİYAT VAKUM	BEYAZ	SİYAH
TIBBİ OLMAYAN HAVA	SARI/BEYAZ ÇAPRAZ ŞERİTLİ	SİYAH
TIBBİ OLMAYAN - LEVEL 3 VAKUM	SİYAH/BEYAZ ÇAPRAZ ŞERİTLİ	SİYAH (KUTU İÇİNDE)
LABORATUVAR HAVASI	SARI /BEYAZ DAMA TAHTASI	SİYAH
LABORATUVAR VAKUM	SİYAH/BEYAZ DAMATAHTASI	SİYAH (KUTU İÇİNDE)
ENSTRÜMAN HAVASI	KIRMIZI	BEYAZ

1. Patlayıcı, alev alabilir, korozif, toksin, radyoaktif, yüksek basınç ve sıcaklıklara sahip
2. ^ Parlama sıcaklığı 38 °C; 311 K altında olan
3. ^ Oksitleyiciler 2015'te eklenen kısım
4. ^ Yanıcı sıvılar (parlama sıcaklığı 38 °C; 311 K üzerinde olan)
5. ^ Zemin rengi ve yazı renkleri tersyüz edilebilir.

E6.4 BORU İŞARETLEME BANTLARI

Boru tesisatı üzerinde binlerce kez aynı standart ölçülerde işaretleme yapmak çok da kolay bir yöntem olmadığı için hazır standart bantları kullanmak işaretlemede avantaj sağlar. İleride bahsedileceği üzere uluslararası kabul gören renk kodlarını ve kısaltmaları kullanmak veya sadece renk kodlarını kullanırken kendi dilinde kısaltmalar kullanmak. Her ikisinin de kendi içlerinde ayrı riskleri bulunmaktadır. Konu ile ilgili ortak dil konusunda bir tablo eklenmiştir ve bu tablo üzerinde ortak dil konusunda standart yapıcı kuruluşlarında rol alarak sektör ve yatırımcı ortak dili oluşturulmalıdır.

E6.5 VANA ETİKETLERİ

Boru tesisatı üzerinde bulunan vanaların en doğru işaretlenme şekli direk vananın volanı üzerine veya flanş üzerine etiketleri bağlamaktan geçer. valve tag. Vanalar için etiket oluştururken yukarıda ki tabloya göre

- Vananın hizmet ettiği tesisat,
- Vana tipi ve numarası,
- Vananın normalde açık/kapalı durumu,
- Görevine göre çalışma basıncı,
- Emniyet vanaları için açma basıncı.

E6.6 ANSI/ASME A13.1 2015 TİCARİ BİNALARDAKİ TESİSAT İÇİN RENK KODLARI

Kısaltmalar	Servis Tipi	Boru Etiketi	Vana Etiketi	Bant Rengi	Zemin Rengi ve Yazı Rengi
CHWR	Chilled Water Return	**CHWR**	(Bldg)- CHV-##	BLUE	Green background, white lettering
CHWS	Chilled Water Supply	**CHWR**	(Bldg)- CHV-##		
CWR	Condenser Water Return	**CWR**	(Bldg)- CWV-##	GREEN	Green background, white lettering
CWS	Condenser Water Supply	**CWS**	(Bldg)- CWV-##		
CWGLR	Chilled Water Glycol Return	**CWGLR**	(Bldg)- CGLV-##	GOLD	Green background, white lettering
CWGLS	Chilled Water Glycol Supply	**CWGLS**	(Bldg)- CGLV-##		
HWGLR	Hot Water Glycol Return	**HWGLR**	(Bldg)- HGLV-##		
HWGLS	Hot Water Glycol Supply	**HWGLS**	(Bldg)- HGLV-##		
CTYW	City Water	**CITY WATER**	(Bldg)- CTWV-##	LIGHT BLUE	Green background, white lettering
DCWS	Domestic Cold Water Return	**DCWS**	(Bldg)- DCV-##		
DCWR	Domestic Cold Water Supply	**DCWR**	(Bldg)- DCV-##		
DHWR	Domestic Hot Water Return	**DHWR**	(Bldg)- DHV-##		
DHWS	Domestic Hot Water Supply	**DHWS**	(Bldg)- DHV-##		
DRAIN	DRAIN*	**DRAIN**	(Bldg)- DRAIN-##	BROWN	Refer to ANSI standards
DTR	Dual Temp Return	**DTR**	(Bldg)- DTV-##	BLACK	Green background, white lettering
DTS	Dual Temp Supply	**DTS**	(Bldg)- DTV-##		
FO	Fuel Oil	**FO**	(Bldg)- FOV-##	WHITE	Yellow background, black lettering
HPR	Heat Pump Return	**DTR**	(Bldg)- HPV-##	TEAL	Green background, white lettering
HPS	Heat Pump Supply	**DTS**	(Bldg)- HPV-##		
LTHWR	Low Temp Hot Water Return	**LTHWR**	(Bldg)- HWV-##	YELLOW	Green background, white lettering
LTHWS	Low Temp Hot Water Supply	**LTHWS**	(Bldg)- HWV-##		
MTHWR	Medium Temp Hot Water Return	**MTHWR**	(Bldg)- MTV-##	ORANGE	Green background, white lettering
MTHWS	Medium Temp Hot Water Supply	**MTHWS**	(Bldg)- MTV-##		
MTHWR	High Temp Hot Water Return	**MTHWR**	(Bldg)- HTV-##	RED	Green background, white lettering
MTHWS	High Temp Hot Water Supply	**MTHWS**	(Bldg)- HTV-##		
STM	Steam	**STM**	(Bldg)- STV-##	PINK	Yellow background, black lettering
COND	Condansate	**COND**	(Bldg)- CNDV-##		
NG	Natural Gas	**GAS**	(Bldg)- GASV-##	GRAY	Yellow background, black lettering
CA	Compressed Air	**COMP AIR**	(Bldg)- CAV-##	PURPLE	Blue background, white lettering
VAC	Vacuum	**VACUUM**	(Bldg)- VACV-##		

E6.7 ANSI/ASME A13.1 2015 -SU-Ticari Binalardaki Tesisat İçin Renk Kodları

Kısaltmalar	Servis Tipi	Boru Etiketi	Vana Etiketi	Bant Rengi	Zemin Rengi ve Yazı Rengi
CHD	Chiller Dönüş	**CHD**	(Bina No)- CHV-##	BLUE	Green background, white lettering
CHG	Chiller Gidiş	**CHWR**	(Bina No)- CHV-##		
KSD	Kondenser Suyu Dönüş	**KSD**	(Bina No)- KSV-##	GREEN	Green background, white lettering
KSG	Kondenser Suyu Gidiş	**KSG**	(Bina No)- KSV-##		
BSGD	Buzlu Su Glikol Dönüş	**BSGD**	(Bina No)- BSGV-##	GOLD	Green background, white lettering
BSGG	Buzlu Su Glikol Gidiş	**BSGG**	(Bina No)- BSGV-##		
SSSGD	Sıcak Soğutma Su Glikol Dönüş	**SSSGD**	(Bina No)- SSSGV-##		
SSSGB	Sıcak Soğutma Su Glikol Besleme	**SSSGG**	(Bina No)- SSSGV-##		
ŞEBEKE	Şehir Şebekesi	**ŞEBEKE**	(Bina No)- ŞBKV-##	LIGHT BLUE	Green background, white lettering
STSSD	Sıhhi Tesisat Soğuk Su Dönüş	**STSSD**	(Bina No)- STSSV-##		
STSSB	Sıhhi Tesisat Soğuk Su Besleme	**STSSB**	(Bina No)- STSSV-##		
STSS	Sıhhi Tesisat Sirkülasyon Suyu	**STSS**	(Bina No)- STSSV-##		
KSSB	Kullanım Sıcak Su Besleme	**KSSB**	(Bina No)- KSSV-##	GRAY	Yellow background, black lettering
SU	İçilemez Su	**SU**	(Bina No)- SUV-##		Sample
DRAIN	Drenaj	**DRAIN**	(Bina No)- DRAIN-##	BROWN	Refer to ANSI standards
DTR	Dual Temp Return	**DTR**	(Bina No)- DTV-##	BLACK	Green background, white lettering
DTS	Dual Temp Supply	**DTS**	(Bina No)- DTV-##		
FOK	Fuel Oil Kalorifer Yakıtı	**FOK**	(Bina No)- FOKV-##	WHITE	Yellow background, black lettering
FOD	Fuel Oil Dizel	**FOD**	(Bina No)- FODV-##	WHITE	Yellow background, black lettering
FO6	Fuel Oil No 6	**FO6**	(Bina No)- FO6V-##	WHITE	Yellow background, black lettering
FO(X)	Fuel Oil(x)	**FOX**	(Bina No)- FOXV-##	WHITE	Yellow background, black lettering
IPD	Isı Pompası Dönüş	**IPD**	(Bina No)- HPV-##	TEAL	Green background, white lettering
IPG	Isı Pompası Gidiş	**IPG**	(Bina No)- HPV-##		
KID	Kalorifer Isıtma Dönüş	**KID**	(Bina No)- KIV-##	YELLOW	Green background, white lettering
KIG	Kalorifer Isıtma Gidiş	**KIG**	(Bina No)- KIV-##		
MTHWR	Orta Sıcaklık Isıtma Dönüş	**MTHWR**	(Bina No)- MTV-##	ORANGE	Green background, white lettering
MTHWS	Orta Sıcaklık Isıtma Gidiş	**MTHWS**	(Bina No)- MTV-##		
KSID	Kızgın Su Isıtma Dönüş	**KSID**	(Bina No)- KSIV-##	RED	Green background, white lettering
KSIG	Kızgın Su Isıtma Gidiş	**KSIG**	(Bina No)- KSIV-##		
STM	Buhar	**STM**	(Bina No)- STV-##	PINK	Yellow background, black lettering
KOND	Kondens	**KOND**	(Bina No)- KNDV-##		
NG	Doğal Gaz	**GAZ**	(Bina No)- GAZV-##	GRAY	Yellow background, black lettering
LPG	LPG Gaz	**GAZLPG**	(Bina No)- LPGV-##	WHITE	Yellow background, black lettering
BH	Basınçlı Hava	**BH**	(Bina No)- BHV-##	PURPLE	Blue background, white lettering
VAK	Vakum	**VAKUM**	(Bina No)- VAKV-##		
YANGIN	Yangın Suyu Ana Besleme	**YANGIN**	(Bina No)- YANGINV-##	RED	Sample
YDD	Yangın Dolap Devresi	**YDD**	(Bina No)- YDDV-##		
YISD	Yangın Islak Sprikler Devresi	**YISD**	(Bina No)- YISDV-##		Sample
YDD	Yangın Kuru Sprinkler Devresi*	**YDD**	(Bina No)- YDDV-##		
YSKD	Yangın Sprinkler Köpük Devresi**	**KÖPÜK**	(Bina No)- KÖPÜKV-##		Sample
YSGD	Yangın Sprinkler Gaz Devresi***	**CO2-HALON-**	(Bina No)- YS(Gaz)V-##		
YHD	Yangın Hidrant Devresi Kesme Vana	**HIDRANT**	(-)-HIDRANTV-##	RED	Sample
YHD	Yangın Hidrant Devresi	**HIDRANT**	(-)- HIDRANT##		
* Kuru sprinkler alarm Vanasına Kadar Hatlar Kırmızı sprinkler hatları sarı boyanır.					
** Köpük injeksiyon sistemine kadar kırmızı sonrası Sarı boyanır					
*** CO2, Halon ve diğer çevreye zarar vermeyen gazlar gri bant ve zemin üzerine gaz ismi yazılır.					

EK-7 MEDİKAL GAZ ve BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ TEMİZLEME PROSEDÜRÜ

E7.1 TANIMLAR

Temizlik-Seviyesi Terimleri

"Partikül" metalik olup olmamasına bakmaksızın tüm yabancı maddeler fiber hariç kapsamaktadır.

"Partikül ölçüsü" mikron cinsinden en büyük partikül ölçüsünü

"Fiber" 100 mikrondan büyük ve uzunluğun çapına oranı 10-1 olan yapancı maddeleri

"Önemli yüzeyler" akışkan ile temas edecek malzeme yüzeylerini ifade eder.

Temizlik-Seviye Sınıfları

Klas I - Oksitleyici ve Oksitlenmeyi Artırıcılar

[Sıvı ve Gaz Oksijen] [Nitrojen] [Helyum] [Klor triflorür (CTF)] [_____] Sistemleri için, önemli yüzeyler temizlik sınıfı, Klas I olmak zorundadır.

Klas II- Yakıtlar, Yakıt Artırıcı ve Akışkanlar

[Sıvı ve Gaz Hidrojen] [Akışkanlar] [Yüksek seviyede Temiz Hava] [_____] sistemleri ile temas eden önemli yüzeyler, Klas II temizlik seviyesinde olmak zorundadır.

Klas III - Hava ile Kontrol ve Enstrüman Basınçlı Hava Sistemleri

[Hava-pnömatik kontrol ve enstrüman sistemleri ile kontrol ünitesinin regülatör paneli çıkış tarafı] [_____] sistemleri ile temas eden önemli yüzeyler Klas III temizlik seviyesinde olmalıdır.

Klas IV- Standart Endüstriyel Temizlik

[İçilebilir su] [endüstriyel su] [vakum] [_____] sistemleri ile temas eden önemli yüzeyler, Klas IV temizlik seviyesinde olmalıdır.

E7.2 KALİTE KONTROL

İmalat Montaj Öncesi Kalite Kontrol

İş başlamadan öncesinde yapılmış benzer işler için referans ve deneyim ile iş bitirme belgeleri ön yeterlilik için laboratuvar ve test kuruluşlarından alınmış belgeler sunulmalıdır.

İŞLEM ONAYLARI

Temizlik Prosedürleri, temizlik öncesi yapılacaklar, temizlik yapılışı, malzeme taşıma, malzeme ve montajı koruma ile kalite kontrol belgelerini [6] [_____] kopya olarak onaya sunulması gerekir. Belge aşağıdaki bilgileri içermelidir.

a. Ticari ve İmalatçı isimleri, spesifikasyonları ve kimyasal ve fiziksel özellikleri,

b. Tahmini temizlik işlemi esnasında kullanılacak malzeme ve çıkacak tehlikeli atık miktarı,

c. İşlemde kullanılacak Ekipmanlar, İmalatçı, tip, model, ölçü ve kapasiteleri,

d. Proses kontrol sistemi prosedürleri içerisinde kontaminasyon veya sonrasında oluşacak paslanma ile montaj sonrası temizlik işlemi sonrasında nasıl korunacağını belirten prosedür ve tedbirler,

e. Metot ve malzemelerin temizlik işlemi sonrasında yapılan kabul ve onay süresinden sonra işletmeye açılana kadar nasıl korunacağı montaj başlamadan önce belirlenmiş olmalıdır.

Temizlik Sertifikasyon Etiketleri

Tarif edildiği üzere temizlik sertifika etiketleri tüm temizlenmiş sistemler, monte edilmiş ekipmanlar veya aparatlar ile her türlü bileşenlere Temizlik Sınıfı Etiketleri takılmış olmalıdır.

Öngörülen Test ve Kontrol Teknoloji Gereksinimi

PT&I (Predictive Testing and Inspection) testleri yaparak gerekli raporlar sunulmalıdır.

E7.3 MALZEMELER

Demineralize Su

Yıkama işleminde kullanılan demineralize su, pH 6,0-8,0 değerleri arasında olmalı ve spesifik direnç değeri 50 ohm/mm3''in üzerinde olmalıdır. 175 mikron dan büyük tüm partiküller ile 5 partikül 100-175 mikron arasında değer 500 mm örnek alınan filtre suyunda olmalıdır.

Kurutma ve Gaz doldurma öncesi hazırlık

Hava ve Nitrojen filtresi CGA G-10.1, Grade E şartlarını sağlamalı 100 mikron (Mutlak) seviyesinde olmalıdır. Ayrıca yağ içeriği 3 partikül/ milyon (ppm)'den büyük olmamalı ve havadaki su buharı miktarı da 24 ppm'den fazla hacim içerisinde bulunmamalıdır.

Filtre Diski

Politetrafluroetilen (PTFE)- 5 mikron gözenekli fiber disk filtre kullanılmalıdır.

Nitrik Asit

SEMI C35 niteliğinde Nitrik Asit sağlanmalı.

Sitrik Asit

Endüstriyel - Sitrik Asit sağlanmalı.

Tuzruhu (Hidroklorik asit)

ASTM E1146'ya göre tuzruhu sağlanmalı.

Hidroflorik Asit

SEMI C28'ye göre Hidroflorik asit sağlanmalı.

Normal- Propil Broma

Propil Broma Oksijen için kullanılmamalı.

ASTM D6368'e göre testte kullanılan çözücü veya daldırma sıvısı 175 mikrondan daha büyük partikül ile 5'den fazla partikül 100-175 mikron arasında olmamalıdır.

ASTM D6368'e göre paslanmaz çelik parçalar ve komponentler temizlenirken çözücü sıvı işlem için buhar azaltıcı kimyasal olmalıdır.

Bant

Suya dayanıklı basınca duyarlı plastik bant -54 ile 71°C arasında problemsiz iş yapabilmelidir.

Polietilen Film

ASTM D4635, Tip [1] [_____] ye göre polietilen film sağlanmalıdır.

Alüminyum Folyo

ASTM B479'e göre alüminyum folyo sağlanmalıdır.

Sertifikasyon Etiketleri

Sertifikasyon etiketleri %100 kimyasal ile ağartılmış odun hamuru, kaplanmış, deliği güçlendirilmiş ve 300 mm bağ teli ile bağlanmış renk olarak Beyaz veya tarif edilmiş [____] renkte olacaktır.

SERTİFİKASYON ETİKET ÖLÇÜLERİ

Etiket	Kalınlık (mm)	Not "A" (kg)	Not "B" (gr)	[Bağ Teli] [mm]
20	0,51-0,56	91-109	1,130	[0.64]
15	0,38-0,43	68-86	850	[0.64]
13	0,33-0,38	59-77	610	[0.46]

Not "A": Temel Ağırlık, 500 tabaka, 572x724 mm.
Not "B": Yırtılma direnci tüm yönlerde minimum olmalıdır.

YAŞAMIN **GÖRÜNMEZ** TARAFINDAYIZ.

1974'ten beri görünmez bir işleyiş ile yaşama eşlik ediyoruz. Yaşamın her alanında var olan ürünlerimiz, rakipsiz stok ve tedarik gücümüz ile **görünenden fazlasıyız.**

www.aydinboru.com
/aydinboruendustri

AYDIN BORU

Uzmanlığımızla dünyanın kalbindeyiz!

60 yıldan fazladır; dünya şehirlerinin altyapısından, yapıların tesisatına, otomotivden beyaz eşyaya, tarımdan endüstriyel uygulamalara kadar birçok alana ürünlerimizle hayat veriyoruz. Global düşünmek uzmanlığımızın bir parçası.

60 YILI AŞAN DENEYİM

3 KITADA 7 TESİS

YETKİN İNSAN KAYNAĞI

Kamerana Okut ve İndir

Borusan Mannesmann'a ulaşmanın en hızlı yolu Boru Hattı!
Mekanik tesisat sektöründen haberler ve daha birçok özellik için hemen indirin.

BORUSAN KURULUŞUDUR

0212 393 58 00

bmb@borusan.com
www.borusanmannesmann.com
+90 (549) 393 58 00

/BorusanMannesmann
/BorusanMannesmannBoru

BORUSAN MANNESMANN

ARTIK YİVLİ ÜRÜNLERDE YÜKSEK KALİTEYİ

YÜKSEK FİYATA ALMAK ZORUNDA DEĞİLSİNİZ!

- Global Marka Kalitesi
- Geniş ürün çeşidi
- Stoktan teslimat
- Optimum fiyat garantisi

Profit

DARHAN

www.darhan.com.tr

SEKTÖRÜN PARLAYAN YILDIZI !

ÜRÜN ÇEŞİTLİLİĞİ

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ

REKABETTE FARK

HIZLI SEVKİYAT

GÜVENİLİR ORTAKLIK

1982 yılından beri Türk inşaat sektörünün
sanayi mamülleri, inşaat malzemeleri ve mekanik tesisat ekipmanları
ihtiyaçlarını karşılayan GE-Tİ, ürün çeşitliliği, güvenilir ortaklık, hızlı sevkiyat,
müşteri memnuniyeti ve kaliteli hizmet anlayışıyla fark yaratarak
sektörün parlayan yıldızı olmaya ve gücüne güç katmaya devam etmektedir.

GE-Tİ
inşaat ve Sanayi Malz. Tic. Ltd. Şti.

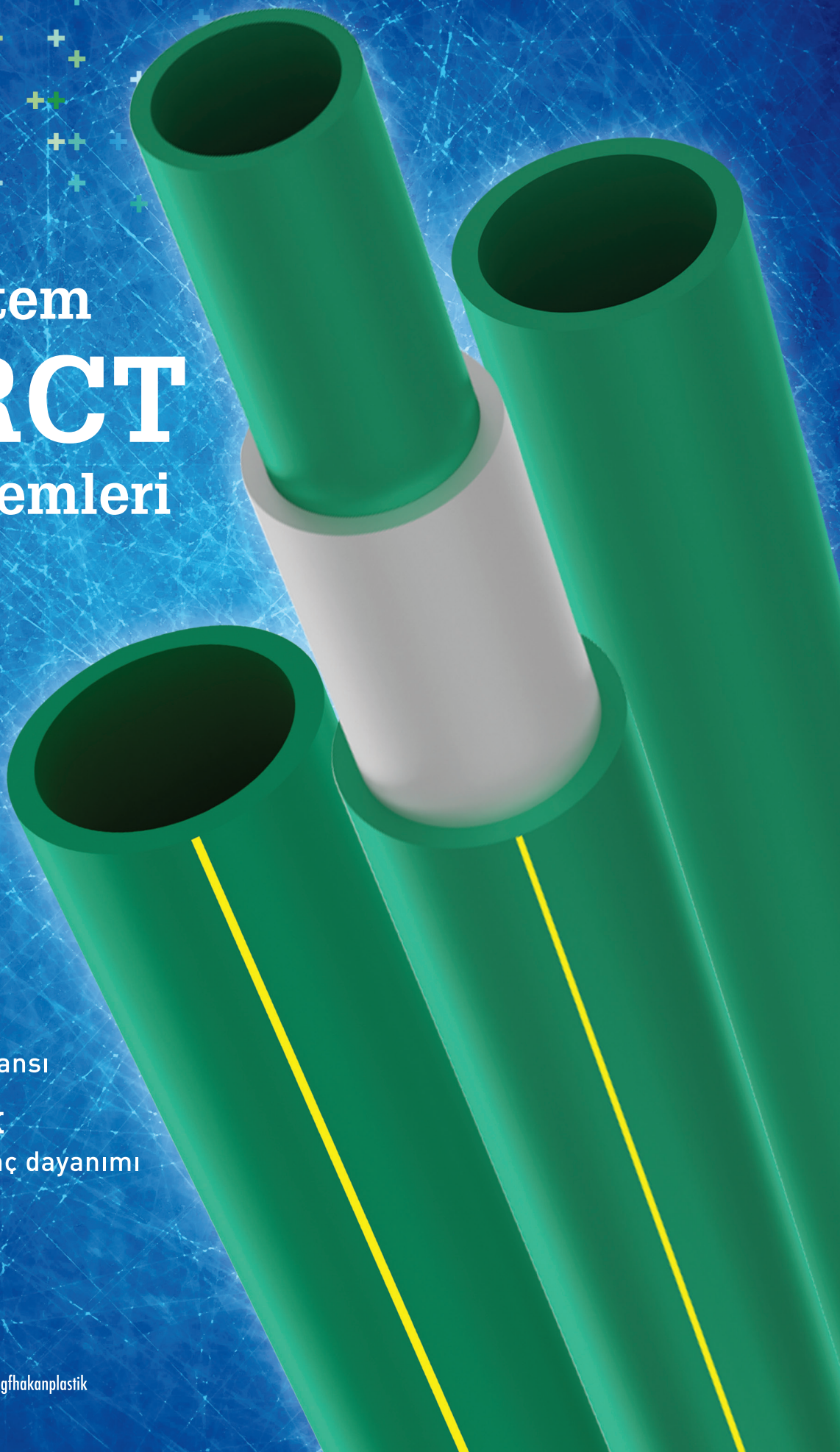
www.ge-ti.com

Ferhat Paşa mah. 34. sok. No.19/23 Ataşehir - İstanbul | **Tel.** (0216) 471 56 61 | **Fax.** (0216) 526 16 81 | **e-mail.** ge-ti@ge-ti.com

GF Piping Systems

+GF+

Aquasystem
PP-RCT
Boru Sistemleri



Daha Fazla
geniş iç çap

Daha Güçlü
akış performansı

Daha Yüksek
sıcaklık ve basınç dayanımı

www.gfps.com/tr

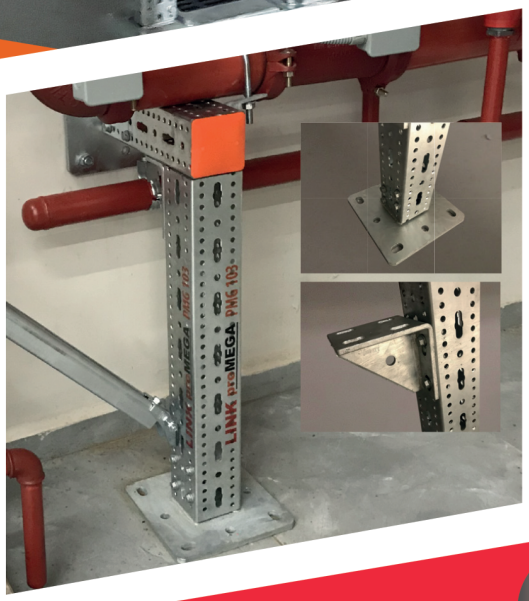
/ gfhakanplastik

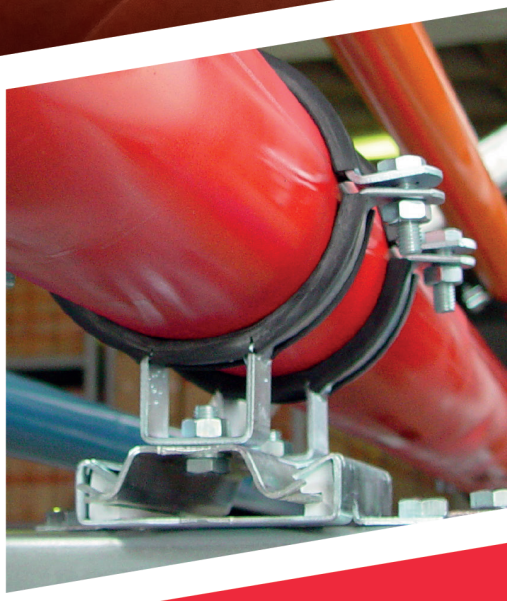
Proje Özelinde **Doğru Çözümler**

İNKA; yüksek standartlardaki ürünleri, üstün mühendislik tecrübesi ve esnek üretim kabiliyeti ile proje özelindeki en doğru bağlantı çözümlerini sizlere sunuyor.

inkafixing.com

DOĞRU ÇÖZÜM | İNKA® FIXING SYSTEMS





LINK

Boru Askı ve Destek Sistemlerinde Lider Çözüm Üreticisi!

40 yılı aşkın süredir "Mekanik Tesisat" içerisinde yer alabilecek herhangi bir hattın kendi özelliğine uygun olarak yapıya bağlanması için gerekli olan tüm askı ve destek sistemleri ile ilgili çözümler üreten **LINK**, Dünyanın bir çok yerinde kullanılan Boru Askı Destek Sistemleri, Havalandırma Bağlantı Sistemleri, Ses ve Titreşim Yalıtımı Sistemleri, Sismik Sınırlama Sistemleri, Endüstriyel Askı ve Destek Sistemleri, Modüler Profil Sistemleri, Cephe Sistemleri ve Yapı Tespit Sistemleri'nde sağladığı geniş ürün gamı ile mühendislik bilgi birikimini birleştiren tam entegre hizmet anlayışı sayesinde her zaman bir adım önde!

www.linkyapi.com.tr info@linkyapi.com.tr 444LINK- 444 5465 link-yapi-a-s

FM APPROVED UL TSEK TÜV AUSTRIA TÜV NORD CE FQC FIRST QUALITY CERTIFICATION

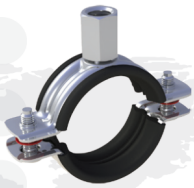
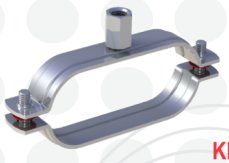
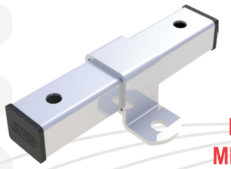
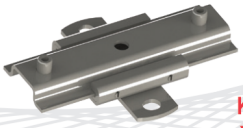
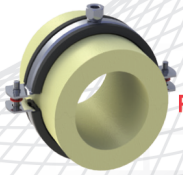
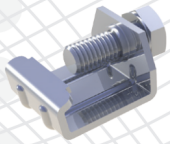
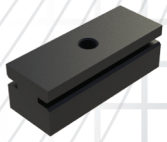
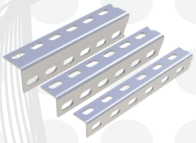
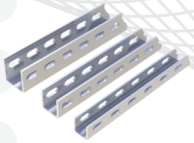
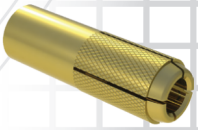
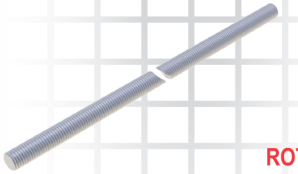
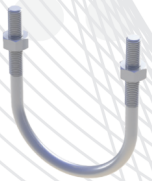
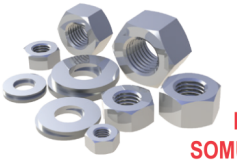
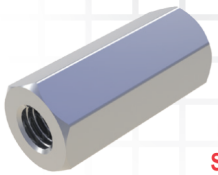
Türkiye'nin 355.
TASARIM MERKEZİ

MAKRO TEKNİK
Doğru zamanlama, doğru adres,
tek hamle!
Havalandırma ve Yalıtım Malzemeleri
ALO MKR
444 2657
MAKRO TEKNİK Express
MAKRO TEKNİK Pro aktif
Tel: +90 216 313 08 08 Mail: info@makroteknik.com.tr
www.makroteknik.com.tr

NORM BAĞLANTI VE TESBİT ELEMANLARI SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

NORM
BAĞLANTI ve TESBİT ELEMANLARI

FM APPROVED · UL LISTED · TÜV SÜD · SZUTEST · TÜRKAK · TSEK

SOMUNLU KELEPÇE	 KOMBİ SOMUNLU KELEPÇE	PASLANMAZ SOMUNLU KELEPÇE	TRİFONLU - UZUN TRİFONLU KELEPÇE
AĞIR YÜK KAFALI KELEPÇE	AĞIR YÜK SOMUNLU KELEPÇE	SPRİNKLER KELEPÇE	PVC KELEPÇE
SESSİZ KELEPÇE	HAVALANDIRMA KELEPÇESİ	KARE KELEPÇE	BACA KELEPÇESİ
 SOLAR KELEPÇE	 KAYAR MESNET	 KAYAR YATAK	 POLİÜRETAN İZOLASYON TAKOZU
ASKI MENGENESİ	 G KLİPS	VİBRASYON TAKOZU	 KAYAR PABUÇ
 L PERFORE KANAL	 U PERFORE KANAL	C PERFORE KANAL	 ÇAKMAKLI DÜBEL
S ÇEKMELİ DÜBEL	SAÇ GÖMLEKLİ DÜBEL	AĞIR YÜK DÜBELİ	 ROT
 U BOLT	TRİFON ADAPTÖRÜ	 PUL VE SOMUNLAR	 UZATMA SOMUNU

Tel

Norm Bağlantı ve Tesbit Elemanları San. Tic. Ltd. Şti.
Atatürk Sanayi Bölgesi, General Mustafa Özyanar Cad. No:2
Hadımköy / İstanbul / Türkiye
Tel.: +90 212 485 09 59 Faks: +90 212 485 57 67

Web

SIEMENS
Ingenuity for life

Intelligent Vana
Çok kısa sürede montaj

Bulut bağlantısıyla kendini optimize eden dinamik vana.

Zaman baskısı, şantiyedeki tasarım değişiklikleri ve sınırlı alan sebebiyle yaşanan zorluklar Siemens'in Intelligent Vana'sı sayesinde kolayca kontrol edilir. Kontrollörü debi sensörü üzerine veya duvara monte edilebilen vananın kurulumu da hızlı ve zahmetsizdir. Intelligent Vana renk kodlu geçmeli klemensler ile kolay bağlantı imkanı sunarken aynı zamanda vana, debi sensörü, sıcaklık sensörleri ve aktüatör bir aradadır. Siemens'in ücretsiz ABT Go uygulamasıyla, parametre değerleri kablosuz LAN üzerinden doğrudan vanaya aktarılır. Bu uygulama sayesinde vana test edilir ve test sonuçları da izlenebilir.

Intelligent Vana'yla her şey bir çırpıda!

160+ yıl

Türkiye'de
Türkiye için

siemens.com.tr/mukemmel-mekanlar

SİFONİK YAĞMUR DRENAJI
MÜHENDİSLİK ÇÖZÜMLERİ

- DAHA İYİ TEKNOLOJİ
- REKABET EDEBİLİR FİYAT
- DAHA İYİ SONUÇLAR
- ULUSLARARASI REFERANSLAR
- ULUSLARARASI SERTİFİKALAR
- ÇATI YAĞMUR DRENAJLARINIZ İÇİN

HIZLI PROJE VE BÜTÇELEME DESTEĞİ

www.tetiboru.com
www.sifonik.org
info@tetiboru.com

TETI

PURE PROGRESS / poloplast

MADE IN GERMANY

O BİR
MÜHENDİSLİK HARİKASI
UNİVAL KELEBEK VANA
Gövdede yataklanan conta yapısı ile sızdırmazlık ve kapatmama problemlerini tamamen ortadan kaldıran mühendislik harikası kelebek vana kullanın, tesisatınız rahat etsin.

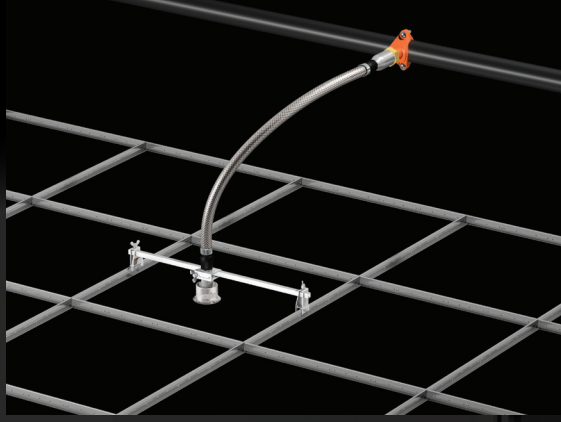
www.unival.com.tr

unival

Güvenilirliği inşa ediyoruz

c UL us LISTED

FM APPROVED



KRİTİK TESİSLER İÇİN MEKANİK BORULAMA ÇÖZÜMLERİ

Victaulic® sizin ve iş programınız için riski azaltan, hızlı ve kurulumu kolay boru tesisatı ürünleri sağlar. Ürünlerimiz çözüm çeşitliliği sayesinde her türlü şantiye zorluklarına çözüm sağlamaktadır. Victaulic ürünleri kullanılarak boru sistemlerinde yapılan değişiklikler, aktif çalışma ortamında monte edilmek üzere tasarlanabilir ve güvenli bir şekilde kurulabilir. Herşeyden önce güvenilir ürün üretmeye kendisini adamış Victaulic firması Isıtma Soğutmadan Yangından Korunmaya kadar birçok tesisatta güvenebileceğiniz ürünler üretmeye kendini adamıştır.

HER YAPIYA BU ŞEKILDE GÜVEN TASARLIYORUZ.

GÜVEN MÜHENDİSLİĞİ

Daha fazla bilgi için
MktgMEA@victaulic.com

Victaulic®

© 2020 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED.

YAŞAMIN OLDUĞU HER YERDE İMZAMIZ VAR

TOSÇELİK

www.tosyaliholding.com.tr / www.toscelik.com.tr

MEKANİK
TESİSAT
MÜTEAHHİTLERİ
DERNEĞİ

MTMD - Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği
Yenişehir Mah. Battal Gazi Sok. No:2 Kat:2 Daire:2, 34779 Ataşehir / İstanbul
Tel: 0216 469 85 90 **Faks:** 0216 469 85 90 **E-posta:** bilgi@mtmd.org.tr
www.mtmd.org.tr