

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KAYNAĞI **521MMI241**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KAYNAĞI	3
1.1. Büyük Çaplı Boruların Endüstrideki Yeri ve Önemi	3
1.1.1. Gaz ve Sıvı İletiminde Büyük Çaplı Borular	4
1.1.2. Çelik Konstrüksiyonda Büyük Çaplı Borular	5
1.2. Büyük Çaplı Boru Standartları	5
1.2.1. Kazan Boruları	5
1.2.2. Su Boruları	6
1.2.3. Doğal Gaz Boruları	6
1.2.4. Petrol Boruları	6
1.2.5. Sanayi Boruları	6
1.2.6. Kare ve Dikdörtgen Profiller	7
1.2.7. PE Kaplı Borular	7
1.2.8. PPRC Tesisat Boruları	7
1.2.9. Yerden Isıtma Boruları	8
1.2.10. SRM Boruları	8
1.2.11. Pro Çelik Yapı Profilleri	8
1.2.12. Özel Borular/Primus	9
1.3. Büyük Çaplı Boruların Kaynağa Hazırlanması	10
1.3.1. Kesme	10
1.3.2. Temizleme	10
1.3.3. Alıştırma	11
1.3.4. Arakesit ve Kaynak Ağzı Açma	11
1.3.5. Kaynak Sırasında Kullanılan Tavlama ve Bağlama Aparatları	12
1.4. Büyük Çaplı Boruların Küt Ek (Alın) Kaynağı	13
1.4.1. Küt Ek (Alın) Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar	13
1.4.2. Büyük Çaplı Borulara Küt Ek Kaynağı Yapma	14
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	19
2. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN FLANŞ KAYNAĞI	19
2.1. Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar	20
2.2. Büyük Çaplı Borulara Flanş Kaynağı Yapma	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3	25
3. BÜYÜK ÇAPLI BORULARA ARAKESİT AÇARAK KAYNAK YAPMAK	25
3.1. Arakesit Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar	26
3.2. Büyük Çaplı Boruların Arakesit Kaynağını Yapma	26
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
ÖĞRENME FAALİYETİ - 4	32
4. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KÖŞE -L-KAYNAĞI	32

4.1. L- Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar	32
4.2. Büyük Çaplı Borulara –L- Kaynağı Yapmak	33
4.3. Büyük Çaplı Borularda Kaynak Hataları	34
4.4. Borulara Uygulanan Kaynak Muayene Yöntemleri	36
UYGULAMA FAALİYETİ.....	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	40
MODÜL DEĞERLENDİRME	41
CEVAP ANAHTARLARI	43
KAYNAKÇA	44

AÇIKLAMALAR

MODÜLÜN KODU	521MMI241
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kaynakçılık
MODÜLÜN ADI	Büyük Çaplı Boruların Kaynağı
MODÜLÜN TANIMI	Elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların kaynağının yapımına ilişkin konuların işlendiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/40
ÖNKOŞUL	Toz Altı Kaynağı modüllerini almış olmak
YETERLİK	Büyük çaplı boruların kaynağını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların kaynağını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların küt-ek (alın) kaynağını yapabileceksiniz.2. Tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların flanş kaynağını yapabileceksiniz.3. Tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı borulara arakesit açarak kaynak yapabileceksiniz.4. Tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların köşe (-L-) kaynağını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf ve elektrik ark kaynak atölyesi Donanım: Kaynak makinesi (elektrik ark, MIG-MAG, TIG vb.) kontrol cihazı, büyük çaplı boru 2 adet, kaynak avadanlıkları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile metal teknolojileri alanında yaygın olarak kullanılan büyük çaplı boruların kullanım yerlerini, çeşitlerini ve elektrik ark kaynağı ile birleştirme tekniklerini öğreneceksiniz.

Metal teknolojisinin çok hızlı gelişmeler kat ettiği günümüzde boru kaynakçılığı da çok gelişmekte ve önemli meslekler arasında sayılmaktadır. Çünkü günümüzde birçok madde borularla nakledilmektedir. Bu boruları döşeyen kaynakçılar da kaynak tekniklerini ve kaynak kontrol yöntemlerini iyi bilmelidir. Nakledilen maddelerin sızması, çeşitli iş kazalarına neden olarak mal ve can güvenliğini tehdit edebilir.

Mesleğinizde iyi yerlere gelmek istiyorsanız size verilenleri öğrenerek doğru uygulamalısınız ve iş hayatınız boyunca araştırmacı olup yenilikleri yakından takip etmelisiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

Bu faaliyetle gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların küt-ek (alın) kaynağını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Büyük çaplı borular nerelerde kullanılır? Araştırınız.
- Boru üreten veya satan şirketlerden boru katalogları alarak inceleyiniz ve sınıfta metrik borularla parmak boruların farklılıklarını tartışınız.

1. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KAYNAĞI

1.1. Büyük Çaplı Boruların Endüstrideki Yeri ve Önemi

Sıvıların, gazların ve küçük taneli katıların (kum, çimento, tahıllar vb.) bir yerden başka bir yere iletilmesi için kullanılan içi boş iki ucu açık elemanlara **boru** denir.

İnsanlar çağlar boyunca suyu kullanma yerlerine getirmek için birçok yola başvurmuş, kanallar ve su kemerleri yapmıştır. Teknoloji geliştikçe ihtiyaçlar daha çoğalmış fabrikalar yapılmış, kentler büyümüş ve taşınacak akışkanların çeşitleri ve miktarları çoğalmıştır. Fabrikalar, kentler, ülkeler, kıtalar arasında; su, kanalizasyon, petrol, doğal gaz ve üretilen akışkan maddelerin nakledilmesinde veya tünel, bina, çatı, köprü platform vb. konstrüksiyonların yapımlarında borular kullanılmaktadır.



Resim 1.2: Büyük çaplı boruların endüstrideki kullanımı

Borular kullanıldıkları yerin ve içinden geçecek akışkanın özelliğine göre değişik gereçlerden üretilir. Bunlar:

- Çelik borular
 - Dikişli çelik borular
 - Dişsiz çelik borular
- PVC borular
- Beton borular
- Font (döküm) borular
- Bakır ve alaşımlarından yapılan borular
- Alüminyum ve alaşımlarından yapılan borular



Resim 1. 3: Boruların kullanım alanlarından biri

1.1.1. Gaz ve Sıvı İletiminde Büyük Çaplı Borular

Genellikle gazların ve sıvıların iletilmesinde yuvarlak kesitli borular kullanılır. Borular, ilettikleri sıvı ve gaza göre değişik gereçlerden üretilir ve genellikle kullanıldıkları yerlerin isimleriyle anılır. Bunlar:

- Kazan boruları
- Su boruları
- Doğal gaz boruları
- Petrol boruları
- PE kaplı borular
- PPRC tesisat boruları
- Yerden ısıtma boruları
- SRM boruları



Resim 1.4: Petrol boru hattı montajı

1.1.2. Çelik Konstrüksiyonda Büyük Çaplı Borular

Konut, iş merkezi, çatı, köprü, çelik eşya, otomotiv, mimari dekorasyon vb. yapıların yapımında yuvarlak kare dikdörtgen kesitli borular kullanılmaktadır. Bu borular aşağıdaki isimlerle anılır.

- Pro çelik yapı profilleri
- Özel borular
- Sanayi boruları
- Kare ve dikdörtgen profiller



Resim 1.5: Çelik yapı

1.2. Büyük Çaplı Boru Standartları

1.2.1. Kazan Boruları

- **Üretim aralığı ve üretim standartları**
 - Dış çap 21.3 mm - 88.9 mm
 - Et kalınlığı 2.0 mm - 4.5 mm
 - Boy 7 m
 - TS 11004, DIN 17177, ASTM A-178

- Kazan borularının üretiminde özel kalite malzeme kullanılır, iç çapak almır, tavlanır ve % 100 manyetik testten (Eddy/Current) geçirilir.
- Standart olarak 7 m boylarda verniklenerek teslim edilir.

1.2.2. Su Boruları

- **Üretim aralığı, üretim standartları:**
 - Dış çap: 21.3 mm - 323.9 mm
 - Et kalınlığı: 2 mm - 10 mm
 - Boy: Boru boyu standart 6 m'dir. 5 ile 12.80 m arası boylarda üretilir.
 - Boru üretim standartları TS 301/ 1-2-3-4, TS 1997, TS 416, DIN 2440-2441, DIN 1626, ISO 65, BS 1387, ASTM A-53, NFA 49-145, UNI 8863
 - Galvanizleme standartları TS 914, DIN 2444, BS 729, ASTM A-53, A-90, NFA 49-700, UNI 5745
 - Diş açma standartları TS 301, DIN 2999, BS 21, NFA 03-004, ISO 7/1, ANSI B.1.20.1

1.2.3. Doğal Gaz Boruları

- **Üretim aralığı üretim standartları**
 - Dış çap: 21.3 mm - 323.9 mm
 - Et kalınlığı: 2.80 mm - 9.50 mm
 - Boy: 6 m
 - API 5L, TS 6047, DIN 17172
 - API 5L standardının gerektirdiği bütün testler uygulanmaktadır.
 - Tüm boruların, % 100 hidrostatik basınç testi ve manyetik testten geçirilerek sızdırmazlığı ve metalografik yapısı kontrol edilir.

1.2.4. Petrol Boruları

- **Üretim aralığı üretim standartları**
 - Dış çap: 1/2" - 12 3/4"
 - Boy: min. 6.0 m , maks. 12.8 m
 - TS 6047, API 5L, DIN 17172, GOST 20295
 - Endüstriyel su, buhar, yağ, akaryakıt, petrol, doğal gaz ve kimyasal sıvı nakillerinde kullanılır.

1.2.5. Sanayi Boruları

- **Üretim aralığı üretim standartları**
 - Dış çap: 5 mm - 76 mm
 - Et Kalınlığı: 0.70 mm - 3.0 mm
 - Boy: Standart 6 m'dir.
 - TS 6476, DIN 2394, BS 6323 PART 5

1.2.6. Kare ve Dikdörtgen Profiller

- **Üretim aralığı üretim standartları**
 - Dış çap: 10x10 mm - 150x150 mm
 - Et kalınlığı: 0.80 mm - 8.00 mm
 - Boy: Standart 6 m
 - Yapı elemanları (İnşaat sektörü)
 - Çatı konstrüksiyonları
 - Otomotiv (Otobüs ve kamyon karoserleri, kasaları)
 - Mobilya
 - Makine ve tarım aletleri

1.2.7. PE Kaplı Borular

- **Üretim aralığı üretim standartları**
 - Dış çap: 21.3 mm - 219.1 mm
 - Kaplama kalınlığı: 1.2 - 2.7 mm
 - Özel isteğe bağlı olarak 1.00 mm - 3.00 mm arası kaplama yapılabilir. Kaplanabilen boru boyu: 6.0 m - 12.8 m
 - DIN 30670 ve UNI 9099
- **Kullanım özellikleri**
 - Standart kaplama rengi: Sarı (Kaplama rengi siyah yapılabilir.)
 - Standart damgalama rengi: Kırmızı
 - Standart kaplama malzemesi: LDPE (Şartnameye göre MDPE veya HDPE de kullanılabilir.)
 - Boru uçlarından 100 mm çıplak olarak verilir.
 - Standart olarak sarı renk plastik tapa takılır.

1.2.8. PPRC Tesisat Boruları

- **Üretim aralığı özellikleri**
 - 2 ayrı tip boru (PN 20 ve alüminyum folyolu boru -PN 25) ve 24 çeşit (104 ebat) bağlantı elemanından oluşmaktadır.
 - PN 20 borular 1/2"-2 1/2" (20-75 mm)
 - PN 25 borular 1/2"-1 1/2" (20-50 mm)
 - Fittingler 20-75 mm ebatları arasında üretilmektedir.
 - Plastik boru ve fitting sistemleri, termoplastik özelliğe sahip "Polipropilen Random Kopolimer (PPRC Tip 3)" malzemesinden üretilmektedir.
 - Yüksek moleküler özellik ve yüksek sıcaklık stabilizasyonuna sahip olan bu ham madde, sıcaklık ve basınç altında benzerlerine göre daha avantajlıdır.

1.2.9. Yerden Isıtma Boruları

- **Malzeme normu**
 - DIN 16774-1
 - DIN 8078
 - DIN 4726
 - DIN 4728
- **Kullanım alanları**
 - Toplu konutlar yeni inşaatlar
 - Oturma amaçlı diğer konutlar
 - Yapı kooperatifi ve organize sanayiler
 - Geniş alanlar (hangar, havaalanı, futbol sahaları)
 - Atölye, klinik, hastane ve okullar
 - Fabrika, tiyatro, camiler
 - Havuz ve hamamlar
 - Sera, bahçe sulama ve tarım işletmeleri
 - Köprü ve hemzemin geçitler
 - Kar ve buz eritme

1.2.10. SRM Boruları

- **Özellikler**
 - ½ "-3" ebatlarında, siyah dişsiz manşonsuz olarak üretilmektedir.
 - Boru üzerinde araları çizgili beyaz stensil (boya) bulunmaktadır.
 - Boruların iki ucunda kırmızı renkte tapa kullanılmaktadır.
- **SRM'nin üstün özellikleri**
 - Çürümeye ve korozyona karşı standart borulara göre iki misli daha dayanıklıdır.
 - Kaynak dikişi mükemmeldir. Çapaksız kaynak yeri sayesinde iç yüzeyi kireç tutmaz.
 - Kolay işlenir, zamandan tasarruf sağlar, kolay şekil alır. Bükülürken ezilme ve boğma yapmaz.
 - 900-1000°de normalize edildiğinden (tavlandığından) malzeme, borunun her yerinde homojendir, farklılık göstermez. Bu nedenle dikişsiz borular ile eş değerdir.

1.2.11. Pro Çelik Yapı Profilleri

- **Kullanım alanları**
 - Az katlı konut veya sanayi tipi binaların yapımında,
 - Çok katlı konut, iş merkezi vb. binaların yapımında,
 - Her türlü betonarme yapının dayanıklılığını artırıcı tadilatlarda,
 - Tarım makineleri imalatında ve çelik konstrüksiyonun kullanıldığı her alanda kullanılır.

- **Üstün özellikleri**
 - DIN 17100 normuna uygun çelik bantlardan, yüksek frekans kaynağı (ERW) ile üretilmektedir.
 - Standart St-37 kalite malzemeden üretilmekte olup özel sipariş üzerine St 44 veya değişik kalite ve et kalınlıklarında üretim yapılabilmektedir. Korozyona karşı astar boya ile boyanır.
 - Kaynak bölgesi U/S test ile kontrol edilir.
- **Üretim standartları**
 - Kare ve dikdörtgen profiller TS 5317'ye ve dünya standartlarına (ASTM A-500, ASTM-510, DIN 2395, DIN 59411, BS 4848, GOST 8639, GOST 8645, EN 10219) göre üretilmektedir.
 - Borular TS 416 veya TS 1997 normuna göre üretilmektedir.

1.2.12. Özel Borular/Primus

➤ Soğuk çekme borular

DIN 2393, DIN 2394, TS 6438, TS 6476 standartlarına göre soğuk çekme yöntemiyle üretilen, istenilen ölçü ve fiziksel özellikleri sağlayan, dış çapı ve et kalınlığı hassas borulardır.

➤ İçi ve dışı kalibre edilmiş borular (Silindir Boruları)

DIN 2393-C, TS 6438 standardına göre üretilen, çok hassas iç çap, et kalınlığı ve yüzey pürüzlüğüne sahip borulardır. Mandrelli çekme ya da çekiçleme yöntemiyle üretilir.

➤ Yüksek mukavemetli borular

Özel kalite çeliklerden istenilen mukavemet değerine göre endüksiyon ile sertleştirilmiş borulardır.

➤ Özel şekilli boru ve profiller

İstenilen kalite malzemeden, DIN 2394, DIN 2395, TS 6476, TS 6475 standartlarına göre üretilmektedir. Değişik kullanım alanlarına göre düz oval, yarım oval, elips, altıgen ve çeşitli geometrik şekillerde üretilen boru ve profillerdir.

➤ Diğer özel işlemler

Muhtelif boru ve profillerde iç kaynak çapağının alınması, koruyucu atmosferde tavlama ve normalizasyon, korozyona karşı koruma (fosfatlama, pasa karşı koruyucu yağlama), hidrostatik test, manyetik test, ultrasonik test, özel ve hassas boy kesme, galvanizli banttandır boru ve profil üretimi, alüminyum kaplı banttandır boru üretimi.

1.3. Büyük Çaplı Boruların Kaynağa Hazırlanması

1.3.1. Kesme

Boruların montajı yapılacak yerin ölçülerinde ve pozisyonunda kesilmesi gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan kesme yöntemleri; oksijen gaz ile, kesme elektrotlarıyla, plazmayla, el taşlamanın kesicisiyle, şerit ve hidrolik testerelerle, kesme aparatları vb. yöntemlerle yapılır.



Resim 1.6: El taşlama ile kesme

1.3.2. Temizleme

Kesme işlemleri sonucunda boruların içinde çapaklar oluşur. Çapakların ileride tıkanmalara yol açmaması için çapak ve yabancı madde (yağ, pas, boya) kalıntılarının mutlaka temizlenmesi gerekir. Bunları temizlemek için keskinlerden, eğelerden, el ve sabit taşlamalardan, tel fırça ve zımparalardan ve kimyasal maddelerden yararlanmak gerekir. Kaynağın sağlamlığı için hiçbir yabancı madde kalıntısının kalmaması gereklidir.



Resim 1.7: Temizleme ve çapak alma

1.3.3. Alıştırma

Kesilmiş ve temizlenmiş borular kaynatılmadan önce birbirlerine alıştırılması gerekir. Yoksa kaynak hataları ile karşı karşıya kalabiliriz. Alıştırma işlemini yapmak için kaynak ağzı açmada ve temizleme yapmada kullandığımız makinelerinden yararlanabiliriz.



Resim 1.8: Alıştırma ve çapak alma

1.3.4. Arakesit ve Kaynak Ağzı Açma

Borular her zaman uç uca kaynatılarak (doğrusal olarak) döşenmez. Değişik yönlere açılı dönüşler, farklı yönlerden gelen boruların kesişmesi ve farklı çaplarda boruların birleşmesi gibi şekillerde boru döşenir. Böyle durumlarda arakesit çıkarmak gerekir. Et kalınlığı 5 mm'den kalın olan borulara da kaynak ağzı açılması gerekir. Böyle durumlarda özel kaynak ağzı açma yöntemlerini kullanırız. Kaynak ağzı açısının değeri 50-90° arasında olur.



Resim 1.9: Arakesit çıkarma

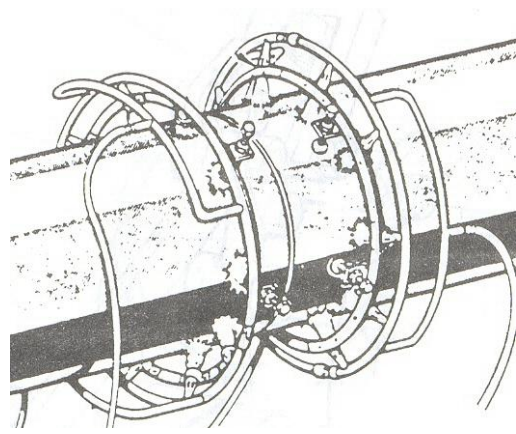


Resim 1.10: Oksijen aparatıyla kaynak ağzı açma

1.3.5. Kaynak Sırasında Kullanılan Tavlama ve Bağlama Aparatları

➤ Tavlama

Bazı boru kaynaklarında boru gerecinin özelliği ve ölçüsünün büyük olması özel hazırlıkları gerekli kılar. Bu hazırlıklardan biri de parçaların ön tavlamaya ve kaynak bitiminde yavaş soğutmaya ihtiyaç duymasındır. Tavlama işleminin kaynak işlemi devam ettiği sürece de sürdüğü durumlar olabilir. Kaynaktan sonra gerginlik gidermek için de ısıl işlem uygulanabilir. Tavlama et kalınlığı 13 mm üzerindeki alaşımlı ve arbon çeliği borulara uygulanır. Bu uygulamalar propan ısıtıcılarla, elektrik dirençle ve endüksiyon akımı ile çalışan cihazlarla yapılabilir.



Resim 1.11: Propan ısıtıcısı



1. Kontak termometre bağlantısı



2. Isıtıcının sarılması



3. Isıtıcının izole dilmesi



4. Kontrol panelinden değerlerin ayarlanması

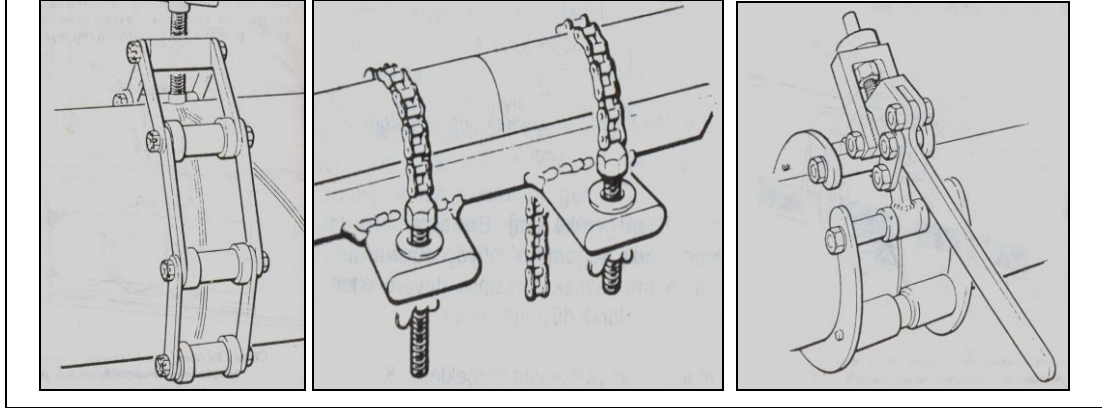
Resim 1.12: Endüksiyonla ısıl işlemin safhaları



Resim 1.13: Boruların ağızlamasında kullanılan makine

➤ **Bağlama aparatları**

Kaynağa başlamadan önce kaynatılacak boruların puntalanması gerekir. Büyük çaplı borular silindirik oldukları için hizaya getirilmeleri zordur. Puntalamada özel işkenceler, (V) yatakları ve bağlama aparatları ile birbirlerine geçici olarak tutturulmalıdır. Kaynak ağzı içerisine punta atılır ancak bu puntalar krater çatlaklarına yol açmayacak şekilde dikkatli yapılmalıdır. Bu puntalar borunun birleştirme kaynağı esnasında taşlanarak kaldırılması gerekebilir.



Resim 1.14: Boru ağızlamasında kullanılan üç değişik aparat

1.4. Büyük Çaplı Boruların Küt Ek (Alın) Kaynağı

1.4.1. Küt Ek (Alın) Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Kaynatılacak borulara gerekiyorsa uygun kaynak ağzı açılmalıdır.
- Borular düzgün ve ölçüsünde kesilmelidir.
- Kaynaktan önce kaynak ağzı kenarları içten ve dıştan en az 20 mm genişliğinde pas, oksit, yağ, boya ve diğer yabancı madde artıklarından arındırılmalıdır.

- Eklenecek borularda eksen kaçıklığı olmamasına dikkat edilmelidir.
- Borulardaki ovallik veya kalınlık farklılıklarından doğan ağızlama kaçıklıkları önlenmelidir.
- Birbirine düzgün alıştırmış parçalar bağlama aparatlarında puntalanmalıdır, puntalamada master kullanılmalıdır.
- Kaynak konumunu iyi seçmeli mümkünse yatayda döndürerek kaynatılmalıdır ancak bu her zaman mümkün olmaz. Bu durumda borunun tüm konumlar kullanılarak kaynatılması gerekir.

1.4.2. Büyük Çaplı Borulara Küt Ek Kaynağı Yapma

Büyük çaplı boruların kaynağını yaparken yukarıda anlatılan kurallara uyulması gerekir.

Kesme, temizleme, alıştırma, kaynak ağız açma hazırlıkları yapıldıktan sonra uygun aralık verilerek V yatağında puntalanan parçalar yatay konumda önce kök dikiş çekilir (Kök dikiş TIG kaynağında çekilebilir.). Daha sonra cürufu temizlendikten sonra diğer pasolar çekilir.



Resim 1.15: Şerit testere ile boru kesme



Puntalarken iki parça arasında şablon kullanınız. Parçaları eşit aralıkla düzgünce puntalayınız.



Kök dikiş çekiniz (TIG kaynağı olabilir.) Kaynağı ikinci pasosunu çekiniz ve temizleyiniz.

Resim 1.16: Boruların kaynağında izlenecek işlem sırası

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda ölçüleri verilen 2 adet boruyu alın şeklinde puntalayarak elektrotla dik kaynatınız.

- **Kullanılacak araç gereçler**
 - 2 adet büyük çaplı boru
 - Ø2.5 (kök dikiş için) elektrot
 - Ø 3,25 mm elektrot
 - Varsa TIG kaynak makinesi GU

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Boruları birbirine alıştırınız (Resim 1. 8).➤ Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağzı açınız.➤ Kaynatılacak boruları destekleyerek özel bağlama aparatları yardımıyla sabitleyiniz (Resim 1. 14).➤ Boruları eşit aralıkla uygun sayıda puntalayınız (Resim 1. 16).➤ Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çaplı karbonlu borular) ön tavlama ve kaynak sırasında da tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırlayınız (Resim 1.12).➤ Kaynak ağzı açılmış olan borulara bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikiş çekiniz.➤ Kaynak pozisyonlarına göre elektrot hareketleri vererek dik, tavan ve yatay kaynak pozisyonlarında kaynak dikişini çekiniz.➤ Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısı işlem uygulayınız.➤ Kaynak dikişini temizleyiniz.➤ Sızdırmazlık ya da basınç kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Eldiven ve iş elbisesi kullanınız.➤ Kaynak maskesi kullanınız.➤ Aşağıya düşen sıcak maden damlacıklarına karşı tedbirli olunuz.➤ Boru içinde ve kapalı yerlerde kaynak yapıyorsanız kaynak bölgesini havalandırarak gaz maskesi kullanınız.

Not: Boru kaynakları genellikle borunun dış çapında yapılır. Çok büyük çaplı boruların kaynağında borunun iç çapından da kaynak yapılmalıdır. Boruların içinden kaynatılmasında uygulama işlem sırasında havalandırma önemli bir işlem basamağıdır. Büyük çaplı boruların dirsekli birleştirmelerin kaynağı küt ek kaynağındaki işlem sırasında yapılır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boruları birbirine alıştırdınız mı?		
2. Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağzı açtınız mı?		
3. Kaynatılacak boruları destekleyerek özel bağlama aparatları yardımıyla sabitlediniz mi?		
4. Boruları eşit aralıkla uygun sayıda puntaladınız mı?		
5. Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çapı karbonlu borular) ön tavlama ve kaynak sırasında da tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırladınız mı?		
6. Kaynak ağzı açılmış olan borulara bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikiş çektiniz mi?		
7. Kaynak pozisyonlarına göre elektrot hareketleri vererek dik, tavan ve yatay kaynak pozisyonlarında kaynak dikişi çektiniz mi?		
8. Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısıtma işlemi uyguladınız mı?		
9. Kaynak dikişini temizlediniz mi?		
10. Sızdırmazlık ya da basınç kontrolü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi boruların görevlerinden değildir?
A) Borular sıvıların iletilmesinde kullanılır.
B) Borular gazların iletilmesinde kullanılır.
C) Borular tomrukların iletilmesinde kullanılır.
D) Borular ince taneli gazların iletilmesinde kullanılır.
2. Aşağıdakilerden hangisi sıvı ve gazların iletiminde kullanılan borulardan değildir?
A) Sanayi boruları
B) Doğal gaz boruları
C) Kare ve dikdörtgen profiller
D) Petrol boruları
3. Aşağıdakilerden hangisi borulara uygulanan temizleme işleminin sebebidir?
A) Boru üzerindeki boya, yağ gibi yabancı maddeleri temizlemek
B) Kesmede meydana gelen çapakları temizlemek
C) Boru üzerindeki pasları temizlemek
D) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi tavlama ve ısıtma işlem sebeplerinden değildir?
A) Propanlı gaz ile çalışan cihazlarla tavlama
B) Sıcak su ile ısıtma işlemi
C) Endüstriyel ısıtma işlemi
D) Elektrik direnciyle ısıtma işlemi
5. Büyük çaplı boruların kesilmesinde aşağıdakilerden hangisi kullanılmaz?
A) Gilyotin makası
B) Oksijenle kesme
C) Disk zımparaya
D) Şerit testere makinesiyle

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2

AMAÇ

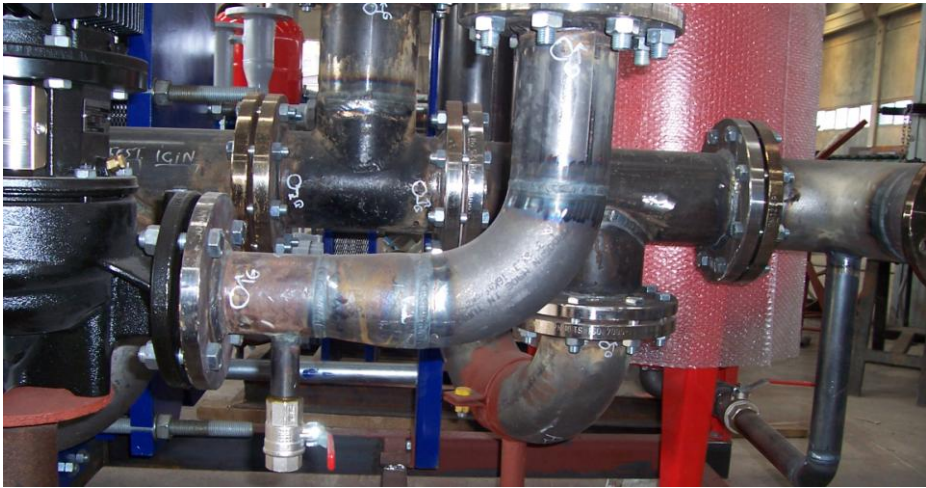
Bu faaliyetle verilen bilgi ve becerilerle gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların flanş kaynağını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Flanş çeşitlerini kataloglardan araştırınız.
- Büyük çaplı boruların kaynağında kullanılan flanşların hangi gereçlerden yapıldıklarını araştırarak sınıfta tartışınız.

2. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN FLANŞ KAYNAĞI

Borular akışkanları bir yerden başka bir yere iletmede kullanılır. Bu işi yaparken boruların bazen pompalara, kazanlara veya birbirlerine sökülebilir şekilde bağlanmaları gerekir. Kaynak sökülemeyen birleştirmelerdendir, onun için boruların sökülmesi istenen yerlerine flanşlar kaynatılır ve flanşlar da birbirlerine civata ile bağlanır. Boru sistemlerinde bakım veya değiştirme yapılacağı zaman flanşlar civatalarından sökülerek ayrılır ve gerekli çalışmalar yapılır.



Resim 2.1: Flanşla birleştirilmiş boru donanımı

2.1. Flanş Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Bağlantı yapılacak yerin koşullarına ve malzemeye uygun flanş seçiniz.
 - Kör flanşlar
 - Dişli flanşlar
 - Kuyruklu flanşlar
 - Destekli gevşek flanşlar
 - Düz geçme flanşlar
 - Çelik flanşlar
- Flanşları bağlantı civata delikleri birbirini karşıladıktan sonra borulara puntalayınız.
- Boy hesaplamasında sızdırmazlık sağlamak için araya konulması gerekli conta kalınlığını hesaplamayı unutmayınız.
- Kaynak sırasında ısınmadan doğacak çarpılmalara karşı önlem alınız.



Resim 2.2: Flanş ve dirsek çeşitleri



Resim 2.3: Flanş çeşitleri

2.2. Büyük Çaplı Borulara Flanş Kaynağı Yapma

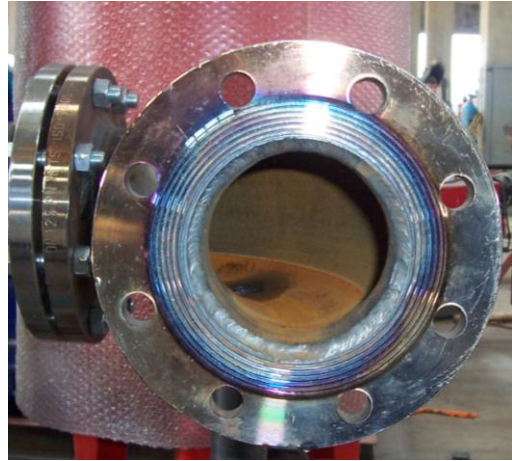
- Boru ile flanşa gerekiyorsa kaynak ağzı açınız ve alıştırınız.
- Boru ile flanşı birbirine 90° dik veya istenilen açıda eşit aralıkla puntalayınız.
- Gerekiyorsa ön tavlama uygulayınız.
- Kaynak pozisyonuna göre iç köşe kaynağı çekiniz.
- Bazı flanşları içten de kaynatınız.



Resim 2.4: Flanşın puntalanması



Resim 2.5: Flanşın kaynatılması



Resim 2.6: Flanşın içten kaynatılması

- Kaynak bitiminde gerekiyorsa ısıl işlem uygulayınız.
- Kaynaktan sonra sızdırmazlık ve basınç kontrolü yapınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

- **Kullanılacak araç ve gereçler**
 - 1 adet büyük çaplı boru
 - 2 adet flanş (Flanş yerine boru çapına uygun kesilmiş 10 mm kalınlığında sac kullanılabilir.)
 - Elektrot 90°lik gönye ve bağlama aparatı (flanş kaynağı)

Elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı boruların flanş kaynağını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Boru ve flanşı birbirine alıştırınız.➤ Et kalınlığı 5 mm'den kalın olan borulara ve flanşlara kaynak ağzı açınız.➤ Boruların kaynatılacak yüzeyini flanşa yerleştirdikten sonra boru et kalınlığına uygun aralık bırakarak boru ve flanş destekleyerek sabitleyiniz.➤ Özel bağlama aparatı kullanarak eşit aralıklarla boruya flanş 90° puntalayınız (Resim 2.4).➤ Kaynatılacak boru ve flanş gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlama ve kaynak sırasında tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırlayınız.➤ Borulara kaynak ağzı açılmışsa bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikişi çekiniz.➤ Elektrot açısını ve hareketlerini yaparak uygun kaynak hızı ile dikişi iç köşe kaynağı olarak çekiniz (Resim 2.5).➤ Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısı işlem uygulayınız.➤ Kaynak dikişini temizleyiniz.➤ Sızdırmazlık ve basınç kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Aşağıya düşen sıcak maden damlacıklarına karşı tedbir alınız.➤ Gerekiyorsa kaynak bölgesini havalandırarak gaz maskesi kullanınız.➤ Kaynak maskesi kullanınız.➤ Eldiven ve işe uygun elbise giyiniz.➤ Mesleği ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boru ve flanşı birbirine alıştırdınız mı?		
2. Et kalınlığı 5 mm'den kalın olan borulara ve flanşlara kaynak ağızı açtınız mı?		
3. Boruların kaynatılacak yüzeyini flanşa yerleştirdikten sonra boru et kalınlığına uygun aralık bırakarak boru ve flanşı destekleyerek sabitlediniz mi?		
4. Özel bağlama aparatı kullanarak eşit aralıklarla boruya flanşı 90° puntaladınız mı?		
5. Kaynatılacak boru ve flanşı gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlama ve kaynak sırasında tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırladınız mı?		
6. Borulara kaynak ağızı açılmışsa bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikişi çektiniz mi?		
7. Elektrot açısını ve hareketlerini yaparak uygun kaynak hızı ile dikişi iç köşe kaynağı olarak çektiniz mi?		
8. Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısı işlem uyguladınız mı?		
9. Kaynak dikişini temizlediniz mi?		
10. Sızdırmazlık ve basınç kontrolü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri, doğru ve yanlış şeklinde karşılardaki kutucuklara (X) işareti koyarak değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		D	Y
1.	Flanşlar borulara kaynatıldıktan sonra birleştirilirken aralarına conta konulması gereklidir.		
2.	Flanşlar borulara kaynatılırken aralarında 90°lik açı olması gereklidir.		
3.	Flanşlar sökülemeyen birleştirme çeşitlerindedir.		
4.	Flanş kaynağında ön tavlama ve ısıtım işlem uygulanmaz.		
5.	Flanş kaynağında iç köşe kaynak pozisyonu uygulanır.		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 3

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgi ve becerilerle gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı borulara arakesit açarak kaynak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Arakesit çıkarma konularını tekrar ediniz.
- Kartondan boru arakesiti ve açınım çizimleri yaparak katladığınız parçayı sınıfa getiriniz.

3. BÜYÜK ÇAPLI BORULARA ARAKESİT AÇARAK KAYNAK YAPMAK

Birleşme yapan iki veya daha fazla borunun birleşme yerlerinde meydana gelen kesişmelere arakesit denir.

Borulara arakesit çizebilmek için arakesit metotları kullanılarak ya şablonlar hazırlanır ya da boruların üzerine pratik yöntemlerle çizim yapılır.



Resim 3.1: Arakesit açarak kurtağzı alıştırılmış ve parçalı dirsek yapılmış borular

3.1. Arakesit Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Boruları arakesit açarak alıştırırken doğru çizim yöntemi seçiniz.
- Markalamayı düzgün yapınız.
- Kesme ve alıştırma işlemini yaptıktan sonra borunun içindeki çapakları temizlemeyi unutmayınız.
- Puntalama işlemini yaparken boru birleştirmede uyulacak kurallara uyunuz ve tüm çevrede eşit boşluk bırakınız.

3.2. Büyük Çaplı Boruların Arakesit Kaynağını Yapma

- Arakesit çizmek için kartondan çizdiğiniz şablonu boruların üzerine sararak çiziniz veya boruların üzerine çizim yaparak markalama yapınız.



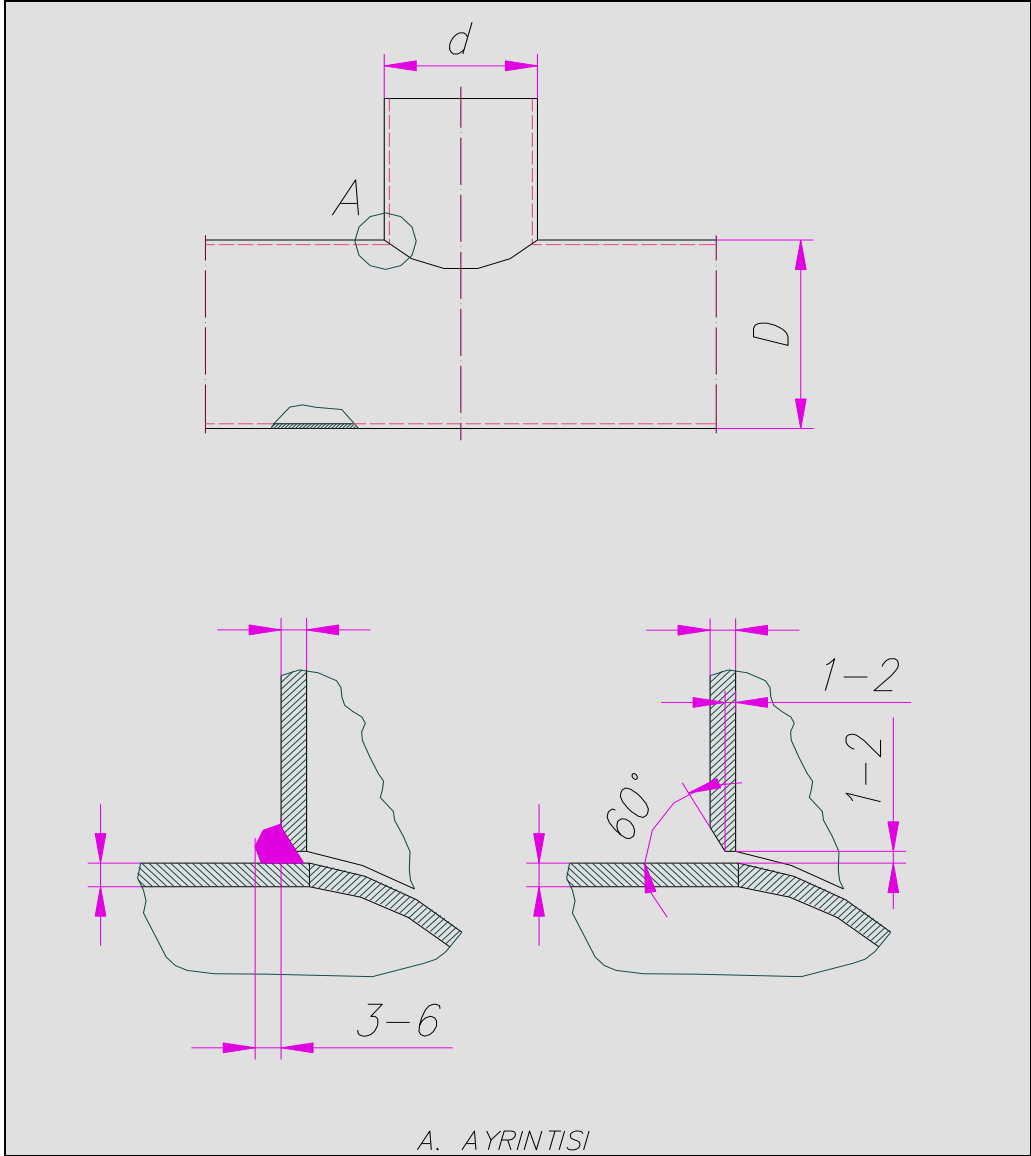
Resim 3.2: Arakesit markalama

- Markalama yapılmış boruları markalama çizgilerinden uygun kesme metotlarından biriyle düzgünce kesiniz.



Resim 3.3: Arakesitin oksi gaz metoduyla kesilmesi

- Boruların çapaklarını temizleyip kaynak ağzı açınız ve alıştırdıktan sonra eşit aralık vererek puntalayınız.

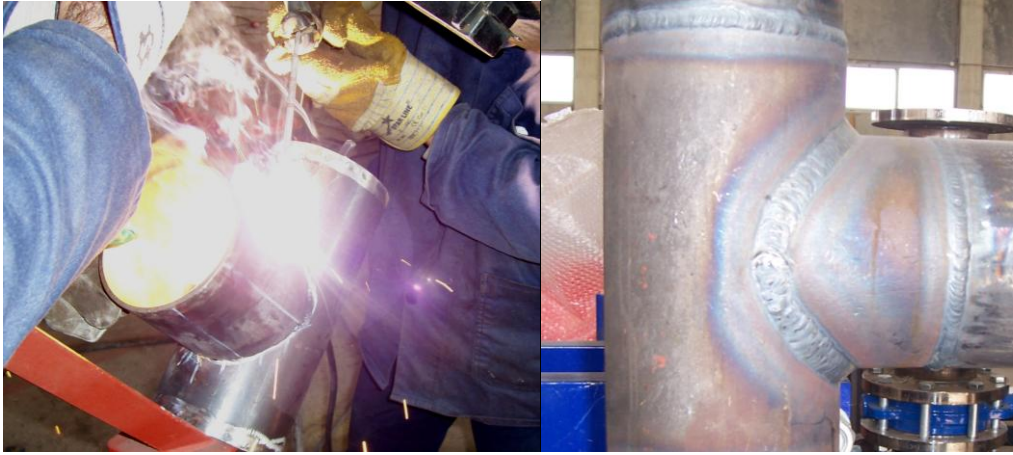


Şekil 3.1: Borularda kaynak ayrıntıları



Resim 3.4: Arakesit çıkararak alıştırılan boruların puntalanması

- Kök dikiş çekiniz ve daha sonra kaynağınızı tamamlayınız.



Resim 3.5: Kurt ağzı (T) alıştırılmış boruların kaynatılması

- Kaynak bitiminde gerekiyorsa ısıtma işlemi yapınız.
- Kaynak dikişinin sızdırmazlık ve basınç kontrolünü yapınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

- **Kullanılacak araç gereçler**
 - 2 adet büyük çaplı bor
 - Elektrot
 - V yatağı veya bağlama aparatı uygulama faaliyeti

Elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı borulara arakesit açarak kaynak yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Boruları birbirine çaplarına uygun arakesitlerini açarak alıştırmınız (Resim 3.2).➤ Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağzı açınız (Şekil 3. 1).➤ Kaynatılacak boruları destekleyerek ve özel bağlama aparatları kullanarak eşit aralıklarla puntalayınız (Resim 3.4).➤ Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlamasını ve kaynak sırasında da tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırlayınız.➤ Kaynak ağzı açılmış olan borulara bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikişi çekiniz.➤ Kaynak pozisyonlarına göre elektrot hareketleri vererek dik, tavan iç köşe ve yatay iç köşe kaynak pozisyonlarına kaynak dikişini çekiniz (Resim 3.5).➤ Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısıtma işlemi uygulayınız.➤ Kaynak dikişini temizleyiniz.➤ Sızdırmazlık veya basınç kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.➤ Kaynak maskesi kullanınız.➤ Bağlama aparatları ve yük kaldıracı makine ve avadanlıklarını kullanınız.➤ Gerekiyorsa kaynak bölgesini havalandırarak gaz maskesi kullanınız.➤ Aşağıya düşen sıcak maden damlacıklarına karşı tedbir alınız.➤ Mesleğiniz ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boruları birbirine, çaplarına uygun arakesitlerini açarak alıştırdınız mı?		
2. Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağzı açtınız mı?		
3. Kaynatılacak boruları destekleyerek ve özel bağlama aparatları kullanarak eşit aralıklarla puntaladınız mı?		
4. Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlamasını ve kaynak sırasında da tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırladınız mı?		
5. Kaynak ağzı açılmış olan borulara bazik elektrot veya TİG kaynak yöntemi ile kök dikişi çektiniz mi?		
6. Kaynak pozisyonlarına göre ilave tel hareketleri vererek dik, tavan iç köşe ve yatay iç köşe kaynak pozisyonlarına kaynak dikişini çektiniz mi?		
7. Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısıl işlem uyguladınız mı?		
8. Kaynak dikişini temizlediniz mi?		
9. Sızdırmazlık veya basınç kontrolü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri, doğru ve yanlış şeklinde karşısındaki kutucuklara (X) işareti koyarak değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		D	Y
1.	Birleşme yapan iki veya daha fazla borunun birleşme yerlerinde meydana gelen kesişmelere arakesit denir.		
2.	Borulara kök dikişi çekilirken TIG kaynağı kullanılmaz.		
3.	Arakesit çıkarırken şablonlardan da yararlanır.		
4.	Borulara çıkarılan arakesit markalandıktan sonra el keski ile kesilir.		
5.	Arakesit çıkarılarak alıştırmış borulara kaynak ağzı açılmaz.		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 4

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgi ve becerilerle gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak elektrik ark kaynağı ile büyük çaplı borulara köşe -L- kaynağı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Dirsek çeşitlerini araştırınız.
- Dirsek standartlarını araştırarak sunum hazırlayınız.

4. BÜYÜK ÇAPLI BORULARIN KÖŞE -L- KAYNAĞI

Boru tesisatları döşenirken yön değiştirmesi gerekebilir, yön değiştirilirken köşelerde kullanılan birleştirme elemanlarına dirsek denir. Dirsekler açılara göre anılırlar (90°lik dirsek, 120°lik dirsek vb.).

Dirsekler iki parça ve çok parçalı olarak üretilir. Hazır dirsekler de vardır.



Resim 4.1: L- dirseğin kullanıldığı yerler

4.1. L- Kaynağında Dikkat Edilecek Hususlar

- Yapılacak dirseğin açısına göre kesme açısını doğru hesaplayınız.
- Kesme yapacak doğru yöntemi seçiniz.
- Önceki faaliyetlerde öğrendiğiniz alıştırmaya ve puntalama yöntemlerini uygulayınız.

- Kök dikişin borunun içine sarkmasını önleyiniz unku zamanla tortu tutarak tıkanmalara neden olabilir.

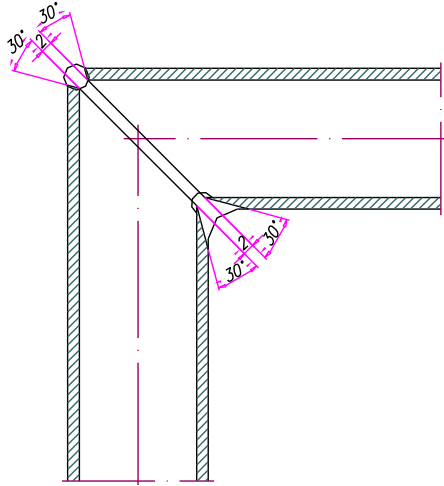
4.2. Büyük aplı Borulara –L- Kaynağı Yapmak

- Boruları birbirine çaplarına uygun arakesitlerini açmak için uygun kesme aracıyla keserek alıştırınız.



Resim 4 2: L- dirseğin şerit testere ile kesilmesi

- Et kalınlığı 5 mm'den kalın olan boruları kaynak ağzı açarken kaynak ağzı açma kurallarına ve  llerine uyunuz.



Şekil 4.1: Dirsek kaynak ağzı ve aralık ayrıntısı

- Boruları birbirine 90° dik veya istenilen açıda eşit aralıklarla puntalayınız.



Resim 4.3: -L- dirseğin puntalanması

- Gerekirse ön tavlama yapınız.
- Kaynak pozisyonuna göre elektrot açısı ve hareketleri vererek kaynak dikişini çekiniz.



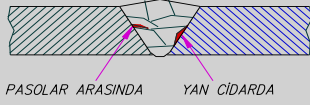
Resim 4.4: L dirseğin kaynatılması

- Gerekirse ısıl işlem yapınız.
- Kaynak dikişinin sızdırmazlık ve basınç kontrolünü yapınız.

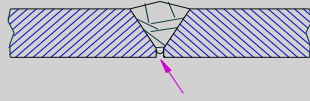
4.3. Büyük Çaplı Borularda Kaynak Hataları

Kaynak yapılırken çeşitli etkilerden (ortam ve kaynakçı hataları) dolayı bazı hatalar oluşabilir. Bu hatalar da boruların kullanıldıkları yerlerde görevlerini yapmasını engeller ve hatta bazı kazalara sebep olabilir. Bu yüzden hataların engellenmesi için önlemler alınmalıdır. Başlıca kaynak hataları şunlardır:

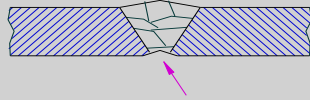
- Hava boşluğu
- Cüruf ve yabancı madde kalıntısı
- Kenar yenmesi
- Çatlaklar
- Kaynak başlangıç ve bitim yerleri



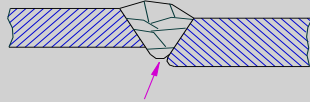
YAPIŞMA NOKSANLIĞI



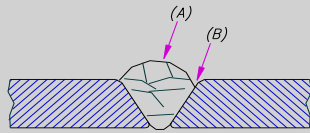
KÖKTE NÜFUZİYET NOKSANLIĞI



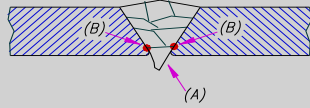
KÖKTE İÇ BÜKEYLİK



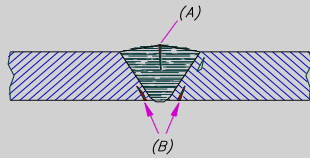
AĞIZLAMA KAÇIKLIĞI DOLAYISIYLA
NUFUZİYET NOKSANLIĞI



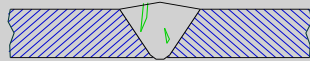
AŞIRI KAYNAK YÜKSELTİSİ (A)
YANMA ÇENTİĞİ (B)



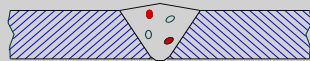
AŞIRI KAYNAK YÜKSELTİSİ (A)
CURUF HATLARI (B)



SICAK ÇATLAK (A)
DİKİŞ ALTI ÇATLAKLARI (B)



KURT DELİKLERİ



GÖZENEK ve CURUF KALINTISI

ÇEŞİTLİ KAYNAK HATLARI

4.4. Borulara Uygulanan Kaynak Muayene Yöntemleri

Boru kaynaklarında kaynak, yapıldıktan sonra kontrol edilmelidir. Çünkü borulardan geçen akışkanlar sızarsa içerisinden geçen akışkanın özelliğine ve basıncına göre çeşitli kazalar oluşabilir. Bu sebeple kaynağın önemine ve şartnamesine göre muayene yöntemi seçilir ve uygulanır. Muayene yöntemleri önceki modüllerde gördüğümüz muayene yöntemleri ile aynıdır. Tahribatlı ve tahribatsız muayene olarak ikiye ayrılır. Tahribatlı muayene uygulanan malzemeler kullanılmaz, deneme için yapılır. Onun için kaynatılmış borularda sistem çalıştırılmadan önce tahribatsız kontroller uygulanır ve testler olumlu çıkarsa boru sistemleri çalıştırılır. Muayene yöntemleri şunlardır:

- **Gözle muayene:** Kaynak dikişinde oluşan dış hataların bulunması gözle yapılan kontrollerle sağlanır. Gözle yapılan kontroller, kaynak öncesi, kaynak sırasında ve kaynak sonrasında yapılır.
- **Röntgenle (radyografik) muayene:** Kaynak bölgesinin röntgen ışınları ile filminin çekilerek yapıldığı muayene yöntemidir (Resim 4.5).



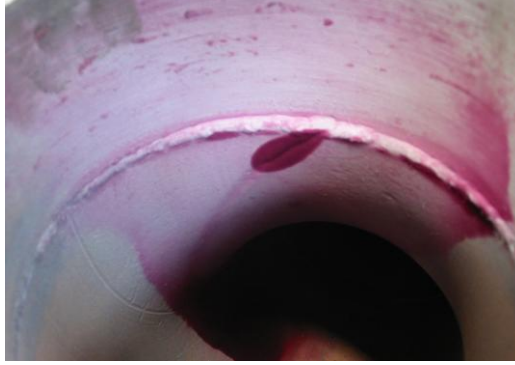
Resim 4.5: Röntgen filminin incelenmesi

- **Ultrasonik muayene:** Yüksek frekanslı ses dalgaları ile yapılan kaynak muayene yöntemidir. Daha çok iç hataları bulmak için kullanılır (Resim 4.5).



Resim 4.6: Ultrasonik muayene cihazı

- **Boya ile kontrol:** Dış yüzeylerde oluşmuş çukur, çatlak ve boşluk gibi hataları açığa çıkaran boyalarla yapılan muayene yöntemidir.



Resim 4.7: Boya ile kontrol

- **Sertlik testi:** Kaynak dikişinin arzu edilen sertliğe sahip olup olmadığını ölçmek için yapılan muayenedir. Sertlik ölçme metodlarından biriyle yapılır.



Resim 4.8: Sertlik ölçme test cihazı

- **Manyetik kontrol:** Mıknatıslanma özelliği olan kaynaklar içindeki manyetik alan çizgileri yönüne dik konumdaki hataların tespit edilmesinde kullanılır.
- **Basınç muayenesi:** Borulardaki kaynak dikişlerinin kaçak ve dayanımlarını ölçmek için basınçlı sıvılarla ve havayla yapılan muayene yöntemidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

➤ Kullanılacak araç ve gereçler

- 1 adet büyük çaplı boru
- Elektrot
- V yatağı veya bağlama aparatı uygulama faaliyeti

Büyük çaplı borulara -L- kaynağı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Borular 45 derece olacak şekilde kesiniz (Resim 4.2).➤ Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağızı açınız (Şekil 4.1).➤ Kaynatılacak boruları birbirlerine 90 derece olacak şekilde gönyesine getiriniz ve kaynak aralığı bırakınız (Resim 4.3).➤ Kaynatılacak boruları destekleyiniz ve özel bağlama aparatları yardımıyla sabitleyiniz (Resim 1.14).➤ Boruları eşit aralıklarla uygun sayıda puntalayınız.➤ Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlamasını ve kaynak sırasında tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırlayınız.➤ Kaynak ağızı açılmış olan boruların bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikişi çekiniz.➤ Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısı işlem uygulayınız.➤ Kaynak dikişini temizleyiniz.➤ Sızdırmazlık ya da basınç kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.➤ Kaynak maskesi kullanınız.➤ Bağlama aparatları ve yük kaldırıcı makine ve avadanlıklarını kullanınız.➤ Gerekiyorsa kaynak bölgesini havalandırarak gaz maskesi kullanınız.➤ Aşağıya düşen sıcak maden damlacıklarına karşı tedbir alınız.➤ Mesleğiniz ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boruları 45 derece olacak şekilde kestiniz mi?		
2. Et kalınlığı 5 mm'den fazla borulara kaynak ağzı açtınız mı?		
3. Kaynatılacak boruları birbirlerine 90° olacak şekilde gönyesine getirdiniz mi ve kaynak aralığı bıraktınız mı?		
4. Kaynatılacak boruları destekleyerek ve özel bağlama aparatları yardımıyla sabitlediniz mi?		
5. Boruları eşit aralıklarla uygun sayıda puntaladınız mı?		
6. Kaynatılacak borunun gerekiyorsa (çok büyük çaplı borularda) ön tavlamasını ve kaynak sırasında tavlama devam edecek şekilde aparat sistemini hazırladınız mı?		
7. Kaynak ağzı açılmış olan borulara bazik elektrot veya TIG kaynak yöntemi ile kök dikişi çektiniz mi?		
8. Çok büyük çaplı borularda gerekiyorsa kaynak sonrası ısıl işlem uyguladınız mı?		
9. Kaynak dikişini temizlediniz mi?		
10. Sızdırmazlık ya da basınç kontrolü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

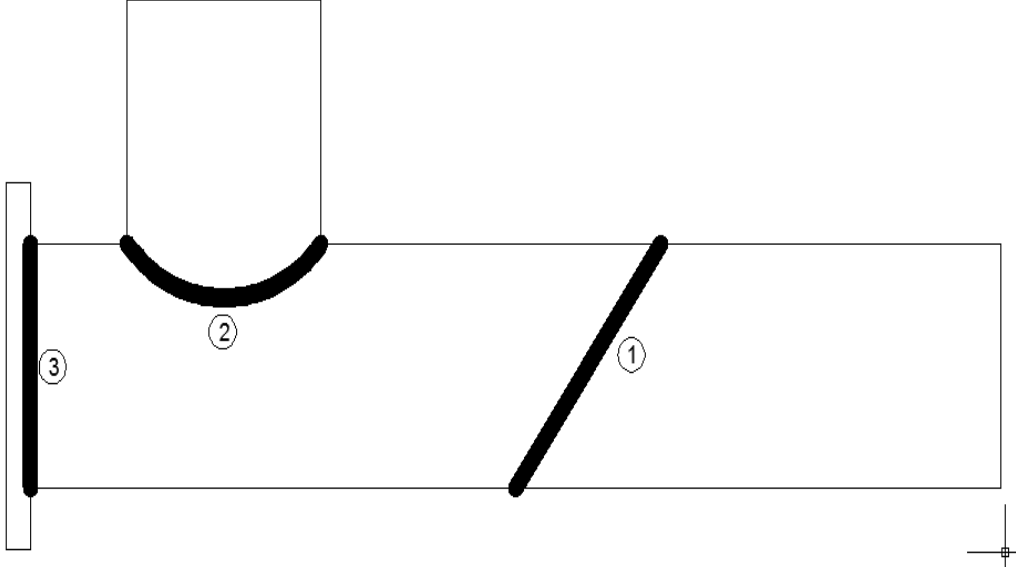
Aşağıdaki cümleleri, doğru ve yanlış şeklinde karşılardaki kutucuklara (X) işareti koyarak değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri r		D	Y
1.	Boruların –L- (dirsek) kaynağında boruları puntalamaya gerek yoktur.		
2.	Boruların basınçla muayenesinde ince taneli katı maddeler kullanılır.		
3.	Boruların –L- (dirsek) kaynağında iç köşe, dış köşe gibi tüm kaynak pozisyonları aynı anda kullanılır.		
4.	Boru kaynağında çatlamların önüne geçmek için ısıtma işlemi uygulanır.		
5.	Röntgenle kaynak muayenesinde, yüksek frekansta ses dalgaları kullanılır.		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME



Yukarıda verilen büyük çaplı boruların 1, 2, ve 3 numara olarak belirtilen kaynaklarını elektrot yapınız.

Malzeme: 2,5 ve 3,25 elektrot
Büyük çaplı boru

1. Eğimli kesilmiş büyük çaplı borunun kaynağı
2. Arakesit açılmış büyük çaplı boru kaynağı
3. Flanş kaynağı

KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.	Boru çeşitlerini ve standartlarını öğrendiniz mi?		
2.	Boruları kesmeyi, temizlemeyi ve alıştırmayı öğrendiniz mi?		
3.	Borulara arakesit çıkarmayı ve kaynak ağzı açmayı öğrendiniz mi?		
4.	Boruların alın kaynağı pozisyonunu yapmayı öğrendiniz mi?		
5.	Flanş çeşitlerini ve flanş kaynağını öğrendiniz mi?		
6.	Arakesit çıkararak boru kaynağı yapmayı öğrendiniz mi?		
7.	Borudan dirsek yapmayı öğrendiniz mi?		
8.	Borulara uygulanan ısı işlem yöntemlerini öğrendiniz mi?		
9.	Borulara uygulanan muayene yöntemlerini öğrendiniz mi?		
10.	Boru kaynağı yaparken güvenlik kurallarını uyguladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	D
4	B
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ - 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ - 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış

KAYNAKÇA

- **Mühendis ve Makine Dergisi**, Sayı, 513.
- Saip SERFİÇELİ, **Elektrik Ark ve Oksi Gaz Kaynağı**, Ankara, 1997.
- TSE Kaynak Şartnamesi