

**TC
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME**

BAKIR VE ALÜMİNYUM BORU MONTAJI

Ankara,-2013

- 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	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. SERT LEHİM	2
1.1 Bakır ve Alüminyum Boruların Sert Lehimle Montajı	2
1.1.1 Sert Lehim Alaşımları.....	2
1.1.2 Bakır Fosfor Esaslı Lehim Alaşımları	3
1.1.3 Lehim Telleri Ölçüleri	3
1.1.4 Dekapanlar ve Özellikleri.....	3
1.2 Oksi-Gaz ile Sert Lehimlemenin Uygulanması	3
1.2.1 Üfleçle Sert Lehimleme.....	3
1.2.2 Üfleçle Sert Lehimlemede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	5
1.3. Sert Lehim Uygulaması	6
1.4 Elektrikli Lehim Makinesi ile Sert Lehim Uygulaması	10
1.5. Te Sıvama Uygulaması.....	12
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	26
2. PRESİLİ BİRLEŞTİRME	26
2.1 Presli Birleştirme Tekniğinin Özellikleri	27
2.2. Bakır Borunun Pres Makinesiyle Montajı.....	28
UYGULAMA FAALİYETİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	36
3. RAKORLU BİRLEŞTİRME	36
3.1. Havşa Takımı	36
3.1.1 Havşa Yapım Tekniği.....	36
3.1.2. Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar (Şekil 3.4):.....	39
3.1.3. Standartlara Uygun Havşa Tipi	39
3.1.4. Çift Katlı (cidarlı) Havşalar	40
3.2. Bakır Boru Bükme Aletleri	41
3.2.1. Boru Bükme Yayları.....	41
3.2.2. Manivela Tipi Boru Bükme Aletleri.....	41
3.3 Bakır Boru Ek Parçaları	43
3.4 Bakır ve Alüminyum Boru Döşemede Dikkat Edilecek Hususlar	44
3.5 Tesisatın Test Edilmesi	45
3.5.1. Sıhhi Tesisat ve Isıtma Tesisatlarında Test.....	45
3.5.2. Gaz Tesisatlarında Sızdırmazlık Testi	46
3.6 Bakır Borularda Yalıtım.....	46
UYGULAMA FAALİYETİ	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	57
MODÜL DEĞERLENDİRME	58
CEVAP ANAHTARLARI	64
KAYNAKÇA	66

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL	Alan Ortak
MODÜL	Bakır ve Alüminyum Boru Montajı
MODÜLÜN TANIMI	Bakır ve alüminyum boruları yumuşak lehim, sert lehim, presli ve rakorlu birleştirme tekniklerini kullanarak tesisatın yapımını anlatan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünü almış olmak.
YETERLİLİK	Bakır ve alüminyum boruları montaja hazırlamak.
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel amaç Gerekli ortam sağlandığında bakır ve alüminyum boruları tekniğine uygun olarak döşeyebileceksiniz</p> <p>Amaçlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Elektrik lehim makinesi veya oksî-gaz pürmüzü kullanarak bakır boruları, tekniğine uygun olarak yumuşak lehimle birleştirme yaparak döşeyebileceksiniz.➤ Elektrikli lehim makinesi veya oksî-gaz pürmüzü kullanılarak bakır boruları tekniğine uygun olarak sert lehimle birleştirme yaparak döşeyebileceksiniz.➤ Bakır veya Alüminyum boru pres makinesini kullanarak tekniğine uygun bakır boruları presli birleştirme yöntemiyle birleştirileceksiniz.➤ Gerekli donanımı kullanarak tekniğine uygun bakır boru tesisatında havşalı ve rakorlu birleştirme yaparak döşeyebileceksiniz.➤ Gerekli donanımı kullanarak tekniğine uygun olarak ara bağlantı parçaları (fittings) ile birleştirme yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam Atölye, sınıf, uygulama yapılan alan ve yapılar.</p> <p>Donanım Çalışma masası, mengene, boru bükme makinesi, bakır boru, bakır boru fittingsleri, bakır boru elektrikli lehim makinesi, oksî-gaz pürmüz, oksî-gaz şaloması, bakır boru kesme makası, havşa takımı, çapak alma aparatları (rayba), bakır boru dış yüzey fırçaları, fittings iç yüzey fırçaları, lehim teli, fiber, ıslak bez, matkap, elmas matkap ucu, dübel, contalı kelepçe, bakır kelepçe, tornavida, lehim pastası (dekapan), alevden</p>

	koruyucu bez, karot, duvar kanal açma makinesi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<p>Öğrenme faaliyetleri sonunda, verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek, kendinizi değerlendirebileceksiniz.</p> <p>Öğretmeniniz size modül sonunda ölçme aracı uygulayacaktır. Modülün öğrenme faaliyetlerinde kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.</p>

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

İnsanoğlu var oldukça vazgeçilmez ihtiyaçlarının karşılanmasında mesleğimiz; hem akışkanların şartlandırılmasına yönelik uygulamalarla (Sihhi tesisat, ısıtma, iklimlendirme vb.) hem de gıda ve tıbbi maddelerinin soğukta muhafazası vb. uygulamalarda gün geçtikçe önemini artırmaktadır.

Gelişen teknoloji ile sihhi tesisat, ısıtma, soğutma ve iklimlendirme tesisatlarında kullanılan boru montaj teknikleri ile bunlara bağlı olarak malzeme çeşitliliği ve kalitesinde de önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle bakır boru; korozyona dayanıklılığı, montaj kolaylığı, yüksek ısı iletkenliği, düşük sürtünme kat sayısı, sağlamlık, basınca dayanıklılık, estetik, yangına dayanıklılık ve anti-bakterisit özelliği gibi eşsiz fiziksel üstünlüklerinden dolayı tercih edilir.

Gelişimi yüzyıllarla ifade edilen tesisatçılık mesleğinde; geçmişten günümüze birçok farklı boru birleştirme teknikleri kullanılmıştır. Günümüzde gerek ısıtma ve soğutma cihazlarının üretiminde, gerekse çeşitli tesisatların yapımında birçok boru montaj teknikleri kullanılmaktadır. Bunlardan özellikle bakır boru ve bakır boru birleştirme teknikleri (sert lehim, rakorlu birleştirme ve presli bağlantılar), ısıtma ve soğutma endüstrisinde en çok kullanılan tekniklerin başında gelir.

Sert lehimlemenin yapılış tarihi MÖ 3000' lere ait Sümer mezarından çıkarılmış bir altın vazoya dayanmaktadır. Yumuşak lehimin yapılması kalayın bulunmasına bağlı olup bu metalde saf olarak ilk önce Mısır'da MÖ 2000'lerde elde edilmiştir. Bu tarihten sonra yumuşak lehim uygulaması başlamıştır. Presli birleştirme ise 1995'den beri uygulanmaktadır.

Bakır ve alüminyum borunun birleştirilmesi sert lehim, yumuşak lehim ve presli birleştirme teknikleri kullanılarak yapılır. Sert lehim yapmayı öğrenerek bilgilerinizi; soğutma ve iklimlendirme, sihhi tesisat, ısıtma ve doğalgaz alanlarında hem imalat hem de montaj uygulamalarında uygulayabilirsiniz.

Rakorlu ve presli birleştirme tekniklerini öğrenerek bilgilerinizi; soğutma ve iklimlendirme sanayinde gerek cihaz üretiminde gerekse cihaz montajında, ısıtma cihaz imalatı ve montajında, kat kaloriferi tesisatı ve sihhi tesisat montajında uygulayabilirsiniz.

Gerek yumuşak lehimin, gerekse sert lehimin ve presli birleştirmenin yapılması diğer kaynaklı ve dişli – vidalı – bağlantı birleştirme tekniklerine göre uygulaması çok kolay, ekonomik ve pratiktir. Kısa sürede yapılabilir. İş güvenliği bakımından da tercih edilir.

Modülde yer alan faaliyetlerin dikkatlice, sindirilerek ve neden sonuç ilişkisine dayalı bir muhakeme yürütülerek öğrenilmesi; kullanılacak bilginin kalıcı ve kullanılabilir olması açısından çok önemlidir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak elektrikli lehim makinesi, oksigaz pürmüz kullanarak bakır ve alüminyum boruları, tekniğine uygun olarak sert lehimle birleştirme yöntemi uygulayarak döşeyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kullanılan malzemeleri ve aletlerin özelliklerini firma kataloglarına bakarak inceleyiniz.
- TS EN 13347-2002 Bakır ve bakır alaşımları, kaynak ve sert lehim için çubuk ve tel. TS EN 1045-2002 Sert lehimleme için tozlar sınıflandırma ve teknik teslim şartları standartlarını inceleyiniz.
- Yapılmış tesisatları inceleyiniz.
- İnternete girerek konuyla ilgili araştırma yapınız.

1. SERT LEHİM

1.1 Bakır ve Alüminyum Boruların Sert Lehimle Montajı

450 °C üzerinde ergiyen lehim alaşımlarıyla yapılan lehimleme işlemine sert lehimleme denir. Yumuşak lehimleme ile ilgili verilen teknik bilgiler sert lehimlemede de uygulanır. Arasındaki farklılık lehim alaşımı, dekaplan ve sıcaklık farkıdır.

1.1.1 Sert Lehim Alaşımları

Bakır-çinko alaşımlı lehimler bakır ve bakır alaşımlarının üfleçle lehimlenmesinde kullanılır. Lehim alaşımında lehimleme aralığı 0,05 ile 0,13 mm arasındadır. Bu lehim alaşımında sürekli olarak 200 °C, kısa süreli 300 °C sıcaklığındaki işletme koşulları için uygundur. Lehim birleşimi ağırlık yüzdesi Cu-62 / Si-3 / Sn-0,5 / Mn-0,3 / Fe-0,2 geri kalanı çinkodur. Sembölü L-CuZn40'dır. Ergime aralığı 890-900 °C'dir.

Esas metal(ler)	İlave metal(ler)
Alüminyum	Alüminyum ve silisyum
Nikel-bakır alaşımları	Bakır
Bakır	Bakır ve fosfor
Çelik, dökme demir	Bakır ve çinko
Paslanmaz çelik	Altın ve gümüş

Tablo 1.1:Sert lehim alaşımları

1.1.2 Bakır Fosfor Esaslı Lehim Alaşımaları

Bu lehim alaşımaları esas olarak bakır ve bakır alaşımaları için geliştirilmiştir. Saf bakırın birleştirilmesinde bu lehim alaşımını kullanırken dekapan kullanılmaz.

Lehim bileşimi ağırlık yüzdesi Cu93,8/P6,2' dir. Kadmiyumlu ve kadmiyumsuz olarak yapırlar. Kadmiyumsuz gümüşlü sert lehim teli bileşimi ağırlık yüzdesi Ag-25 / Cu-40 / Zn-33 / Sn-2 dir.

Fittings lehim aralıkları 0,03 ile 0,13 mm arasındadır.



Resim1.1: Sert lehim telleri

1.1.3 Lehim Telleri Ölçüleri

1 – 1, 5 – 2 - 3 mm standart çaplarda 500 mm uzunluklarında, çubuklar halinde mevcuttur.

1.1.4 Dekapanlar ve Özellikleri

- Dekapanlar genellikle boraksla asit borik karışımlarıdır.
- Dekapanlar kimyasal bileşim uygulama alanı, kullanma amacı farklılıkları nedeniyle çok çeşitlidirler.
- Bakır boru için simgesi F-SH1-a (DIN 8511) olan dekapan kullanılır. Bu dekapanın özelliği ise, bor bileşikleri ile kompleks florür ve klorürlerden oluşmasıdır.
- Etkime sıcaklığı 550 °C den başlar ve 800 °C' ye kadar kullanılabilir.
- Genel olarak çalışma sıcaklığı 600 °C üzerindeki lehim alaşımaları için kullanılır.
- Korozif olduğundan işlem sonrası lehim bölgesi yıkanarak temizlenmeli ve özel kimyasal maddelerle dağlanmalıdır.

1.2 Oksi-Gaz ile Sert Lehimlemenin Uygulanması

1.2.1 Üfleçle Sert Lehimleme

Oksijen-doğal gaz veya propan bütan alevlerinin sıcaklıkları daha yüksektir. Eğer bu gaz karışımlarıyla nötr veya hafif redükleyici alevler elde edilirse bir çok sert lehimleme uygulamasında çok iyi sonuçlar alınır.

Oksijen-asetilen alevi, alev dış zarfının yaklaşık 2000 °C gibi yüksek sıcaklıklarda olması dolayısıyla daha çok tavlama amaçlı olarak kalın kesitli parçalarda kullanılır.

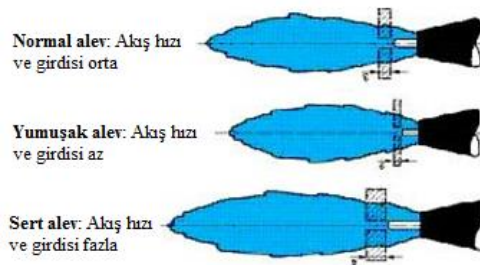
Üfleç ile sert lehimlemede kullanılan üfleçler, kaynak amacıyla kullanılanlardan pek farklı değildirler, ancak üflece tek alev veya çok alev verecek bekler takılabilir. Çok alevli bekler ile tavlamanın parçada geniş bir alanda düzgün dağılımı sağlanmış olur.

Tavlama sırasında metal ve alaşımların iç gerilmeleri yok olur. Bu itibarla tavlama genellikle bir yumuşatıcı işlem olmaktadır.



Resim1.2:Oksi-gaz alev çeşitleri

Üfleçte normal alevi elde edecek şekilde yanıcı gaz ile oksijen oranlarını, oransal olarak artırmak veya eksiltmek suretiyle, yumuşak alev veya sert alev de elde edilebilir.



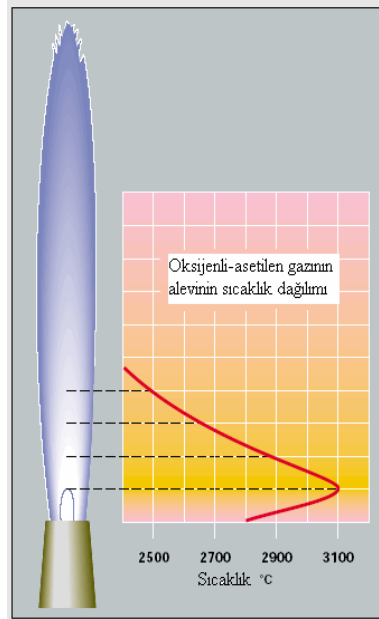
Şekil 1.1: Oksi-gaz kaynağında normal alevlerin yapısı

1.2.2 Üfleçle Sert Lehimlemede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Üfleç alevinin uygun şekilde ayarı iyi sonuç almak için esastır. Genellikle bir hafif redükleyici alev istenir.

Normal (redükleyici) alev parlak iyice belirlenmiş konisiyle hacim olarak eşit miktarda asetilen ve oksijenin yanması ile hâsıl olur. Ana metalde bulunan herhangi bir oksit üzerinde redükleyici etki yapar. Kabaca 3200 °C'lik bir metalde maksimum sıcaklık alev konisinin birkaç milimetre ötesinde mevcuttur.

Üfleç numarası diğer bir deyişle büyüklüğü sert lehimleme işlemi üç dakika içinde tamamlanacak şekilde seçilmelidir. Aksi taktirde beş dakikayı aşan lehimleme işlemlerinde dekapan, gaz ve yanma ürünleri ile reaksiyona girer ve lehimleme işlemi gerçekleşmez. Gereğinden büyük seçilmiş üfleçler halinde ise lehim alaşımı ve dekapanın aşırı ısıtılması tehlikesi vardır.



Resim1.3: Alev sıcaklık

Doğalgaz daire içi tesisatta TS 380'e uygun dikişsiz bakır borular kullanılır.

Doğalgaz daire içi tesisatta, bakır boruların birleştirilmesi sert lehimle yapılmalıdır. Bakır boru kullanıldığında bakır boru et kalınlığı en az;

d: boru dış çapı olmak üzere,

$d \leq 22$ mm ise 1 mm

$22 < d \leq 42$ mm ise 1,5 mm

$42 < d \leq 89$ mm ise 2 mm
 $89 < d \leq 108$ mm ise 2,5 mm
 $108 < d$ ise 3 mm dış çaplarında olmalıdır.

Not: Sadece doğal gaz daire içi tesisatta, sayaçtan sonraki evsel hatlarda bakır boru kullanılacaktır.

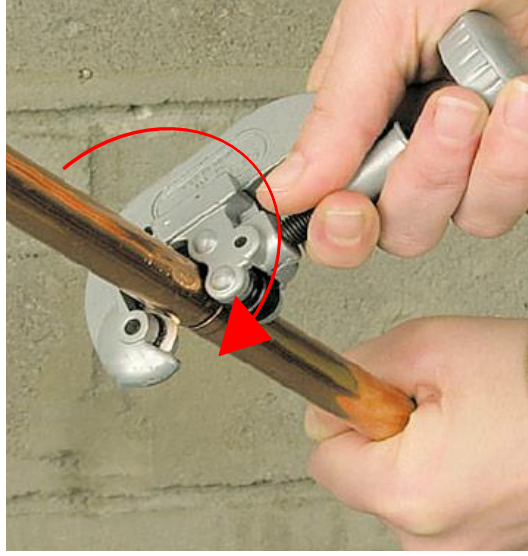
1.3. Sert Lehim Uygulaması

Boruyu ölçünüz ve işaretleyiniz. Ölçü alırken muf içine girecek payı da hesaplayınız.



Resim1.4: Boru ölçü alımı

Kesim tekerleği boru üzerinde işaretlenen kesim çizgisini ortalayacak şekilde boru keserini boru üzerine yerleştiriniz. Boru, her iki silindir arasında oturacak şekilde aletin tutma yerini sıkınız. Boru etrafında sürekli bir çentik oluşturmak için boru kesiciyi belirli bir yöne doğru çeviriniz. Daha sonra kesiciyi ters yöne doğru çevirin. Her iki turdan sonra, aletin tutma yerini sıkıştırınız. Kesilen borunun iç tarafından kesilen metal parçasını uzaklaştırınız.



Resim1.5: Borunun kesilmesi

Birleşim noktasının iç yüzünü tel fırçası ile temizleyin ve boru kesicisi üzerinde yer alan raybalama noktası ile borudaki atık parçaları temizleyiniz. Lehimle iyi bir yalıtım sağlamak için, borunun bütün uçlarının ve bağlantı noktasının iç kısmının kirden ve yağdan temizlenmiş olması gerekmektedir. Boru ucunu zımpara bezi ile zımparalayın ve bağlantı noktasının iç kısmını da tel fırçası ile fırçalayınız.



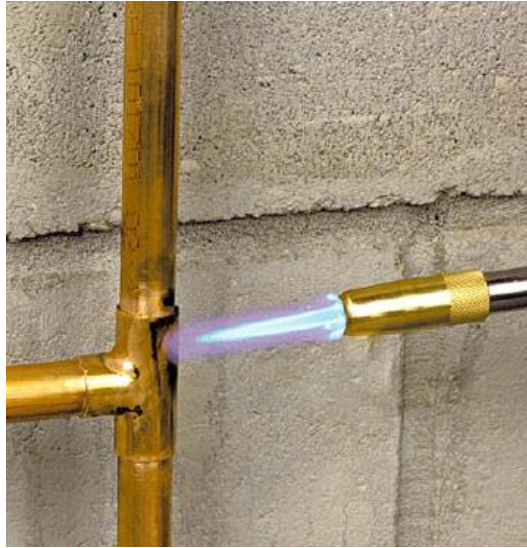
Resim1.6: Fittings temizliği

Boruların uç kısmına, dekapan fırçası kullanarak suda çözünen yapışkan bir dekapan uygulayınız. Dekapan, borunun uç kısmında 2,5 cm'lik bir kısmı kaplamalıdır.



Resim1.7: Temizlenen yüze dekapan sürülmesi

Boruyu bağlantı noktasının içine, bağlantı soketine karşı iyice oturana kadar yerleştiriniz ve dekapanın iyice dağılması için boruyu bağlantı noktasının içinde döndürünüz. Eğer bir dizi boru ve bağlantı noktası söz konusu ise, birleşim noktalarını lehimlemeden tüm diziye dekapan uygulayınız ve kuru bir şekilde birleştiririniz. Dizinin doğru bir şekilde toplandığından ve her bir parçanın yerine oturduğundan emin olduktan sonra uzak bir yere alınız ve birleşim noktalarını lehim için hazırlayınız.



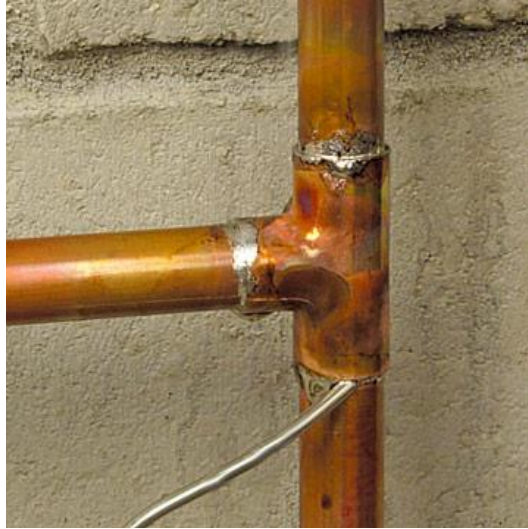
Resim1.8: Boru ve fittings ısıtılması

Yanabilir nitelikteki çalışma yüzeyini örterek alev makinesinin alevinden koruyun. Bu amaç için ısı emen pedlerden yararlanabileceğiniz gibi çift tabaka halinde sac levha da kullanabilirsiniz.

Lehim teli malzemeye uygun olarak ayarlanır.

Gaz vanasını açın ve propanlı alev makinesini çalıştırın. Ateşin iç oranı 2,5-5 cm arasında oluncaya kadar vanadan gazı ayarlayınız.

Alevin uç kısmını 4-5 dakika boyunca, dekapan kızgın hale gelene kadar, birleşim noktasının ortasına doğru tutunuz. Birleşim noktasının diğer kısmını da ısıtın ve ısıyı eşit şekilde dağıtmaya dikkat ediniz. Alevi birleşim noktasının etrafında, lehimin akış yönü doğrultusunda döndürünüz. Lehimi, birleşim noktasının hemen altında yer alan bakır boruya temas ettiriniz. Eğer eriyorsa, birleşim noktası yeterince ısınmış demektir.



Resim1.9: Lehimin telinin sürülmesi

Birleşim noktasının her iki kısmına lehimini hızlı bir şekilde uygulayın. Sıvı haldeki lehimin birleşim noktasına sızmasını sağlayınız. Birleşim noktası lehimle dolduğu zaman, lehim alt kısımda damla şeklinde toplanmaya başlar. Doğru bir şekilde lehimlenmiş birleşim noktasının kenarında gümüş renkli bir görünüm ortaya çıkar. Genel olarak 1,3 cm'lik bir borudaki birleşim noktasının dolması için 1,3 cm'lik lehim teli gereklidir. Eğer lehim, soğuduğu zaman birleşim noktasını doldurmuyor, bunun yerine birleşim noktasının etrafında birikiyorsa, lehim sıvılaşıp ve birleşim noktasının içine sızana kadar bölgeyi tekrar ısıtınız.

Not: İşiniz bittiğinde alev makinesini hemen kapatınız; gaz vanasının tamamen kapalı olduğundan emin olunuz.

Lehim parlak rengini kaybedinceye kadar birleşim noktasının hareketsiz bir şekilde kalmasını sağlayınız. Bundan önce boruya dokunmayınız, bakır oldukça sıcak olabilir.

Birleşim noktası dokunulabilecek derecede, yeterince soğuduğu zaman yüzeye taşan fazla dekapan ve lehim temiz ve kuru bir bez parçası ile uzaklaştırınız. Birleşim noktası tamamen soğuduğu zaman, kenarlarda boşluk kalıp kalmadığını kontrol ediniz. Eğer herhangi bir boşluk bulursanız biraz daha dekapan uygulayınız ve tekrar lehimleyiniz.



Resim1.10: Borunun soğutulması

Bazı nedenlerden dolayı, lehimlenmiş borudan bir parça kesmeniz gerekirse, süreci tam tersine çevirebilirsiniz. İlk önce, alev makinesini açın ve birleşim noktasını lehim parlak bir renge sahip olup, eriyene kadar ısıtınız. Boruyu bağlantı noktasından uzaklaştırmak için kanal tipi kerpeten kullanınız. Eski lehim kaldırmak için, borunun uç kısımlarını ısıtın ve eriyen lehim silmek için temiz ve kuru bir bez kullanınız. Boru soğuduğu zaman, çıplak metal görüntüsünü elde etmek için uç kısımları zımpara bezi kullanarak temizleyiniz. Eski birleşim noktasını tekrar kullanılamayacağı için atınız.

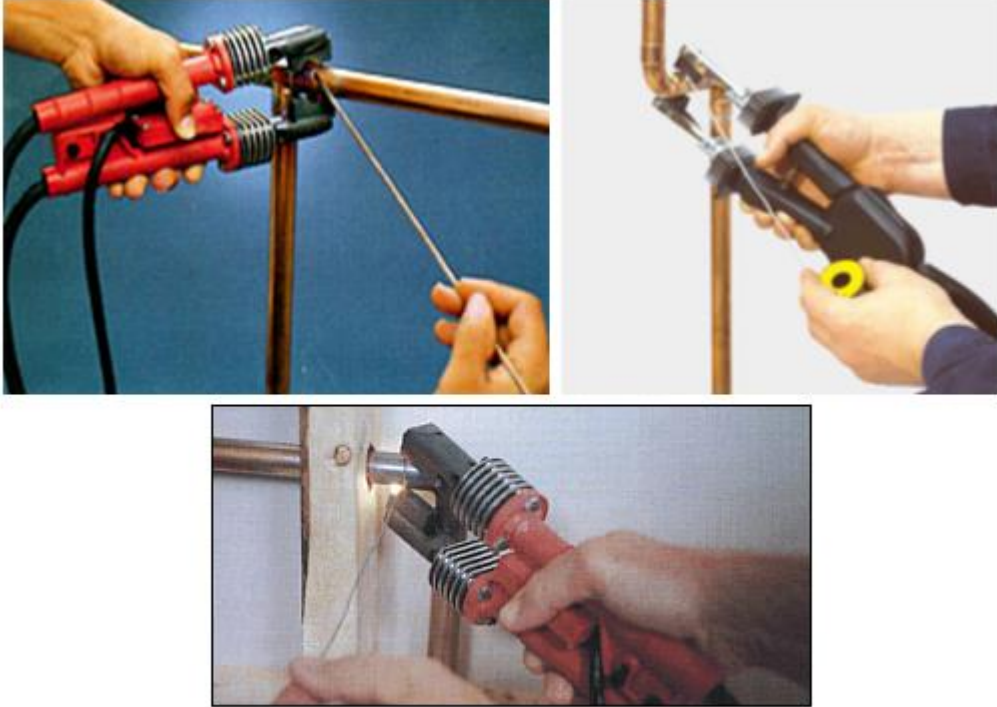
1.4 Elektrikli Lehim Makinesi ile Sert Lehim Uygulaması

Yumuşak lehimleme işleri için tasarlanmış güçlü, emniyetli ve hafif elektrikli lehimleme aleti transformator ile donatılmıştır. Uçundaki pense ve penseye bağlı değiştirilebilen grafit çubuk üzerinde oluşturulan ısı boruya aktarılarak lehimin yapılması sağlanmış olur.



Resim1.11:Elektrikli lehim makinesi

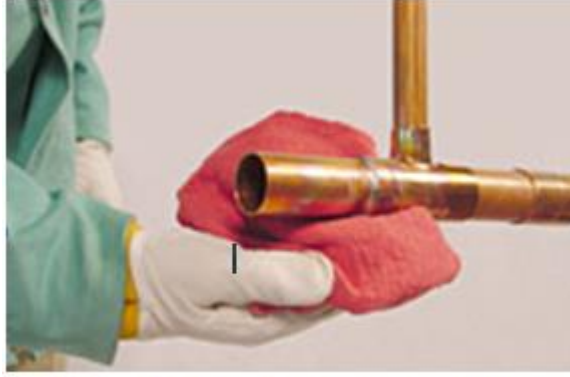
Transformatörlü kaynak makinesi üzerinde bulunan akım ayar kademe anahtarı ile lehim yapılacak boru çapına uygun akım değeri seçilir. Fazla akımda boru delinebilir, az akımda ise lehim süresi uzayacak ve lehim kalitesi düşecektir.



Resim1.12: Elektrikli lehim makinesi ile çeşitli kaynak işlemleri

Lehim parlak rengini kaybedinceye kadar birleşim noktasının hareketsiz bir şekilde kalmasını sağlayınız. Bundan önce boruya dokunmayınız, bakır oldukça sıcak olabilir. Birleşim noktası dokunulabilecek derecede, yeterince soğuduğu zaman yüzeye taşan fazla dekapan ve lehim temiz ve kuru bir bez parçası ile uzaklaştırınız. Birleşim noktası tamamen soğuduğu zaman, kenarlarda boşluk kalıp kalmadığını kontrol ediniz. Eğer herhangi bir boşluk bulursanız biraz daha dekapan uygulayınız ve tekrar lehimleyiniz.

Bazı nedenlerden dolayı, lehimlenmiş borudan bir parça kesmeniz gerekirse, süreci tam tersine çevirebilirsiniz. İlk önce, alev makinesini açınız ve birleşim noktasını lehim parlak bir renge sahip olup eriyene kadar ısıtınız. Boruyu bağlantı noktasından uzaklaştırmak için kanal tipi kerpeten kullanınız. Eski lehimi kaldırmak için borunun uç kısımlarını ısıtınız ve eriyen lehimi silmek için temiz ve kuru bir bez kullanınız. Boru soğuduğu zaman, çıplak metal görüntüsünü elde etmek için uç kısımları zımpara bezi kullanarak temizleyiniz. Eski birleşim noktasını tekrar kullanılmayacağı için atınız.



Resim 1.13: Lehim bölgesinin temizlenmesi

1.5. Te Sıvama Uygulaması

Bakır ve alüminyum borular için ağız açarak Te yapımı için özel hazırlanmış çekme aparatları, cırcır kolu, özel matkap ucu ve nokta pensesi kullanılır. Bu aletler sayesinde düz bir borudan kesme işlemi yapmadan kol almak mümkün olmaktadır. Bu işlem kurulacak sistemlerde ve genellikle sonuçları daha düşük kurulu sistem maliyeti sağlar. Bu yöntem genel tesisat, soğutma, iklimlendirme, yangın söndürme ve özel hizmet projeleri için kullanılabilir.



Resim1.14: Mekanik olarak kurulan te sıvama

Taşınabilir el, araç kitleri ve takımları ile sert lehimleme için boru üzerinde Te eklem parçası üretmek mümkündür. Seçimine bağlı olarak borular çeşitli çaplarda ve K, L ve M sınıfı bakır boru türlerinde kullanılabilir. Kurulum açıklamaları aşağıda işlem basamakları halinde verilmiştir.

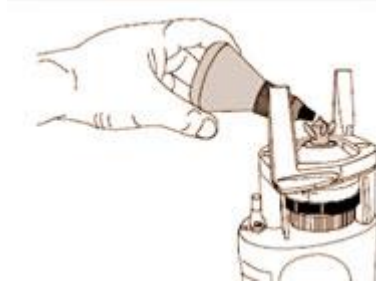
Delik ve matkap kafası ayarlamak ve üreticinin talimatlarına göre yapılır. Matkap ucu ve iğne oldukça keskindir, bu yüzden dikkatli çalışmak gerekir.

Boruyu ölçünüz ve. Te ağız alınacak yeri işaretleyiniz. Aynalı kafa başı içine matkap başı ve şekillendirme pimleri takılır.

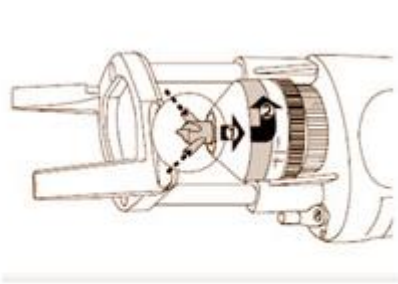


Resim 1.15: Aynalı matkap kafa montajı

Boru üzerinde delik açma sırasında borunun zarar görmemesi ve rahat delik delmek için aynaları yağlamak gerekir.



Resim 1.16: Aynalı matkap yağlama



Resim 1.17: Baskı pimlerinin boru çapına göre matkap kafasına takılması

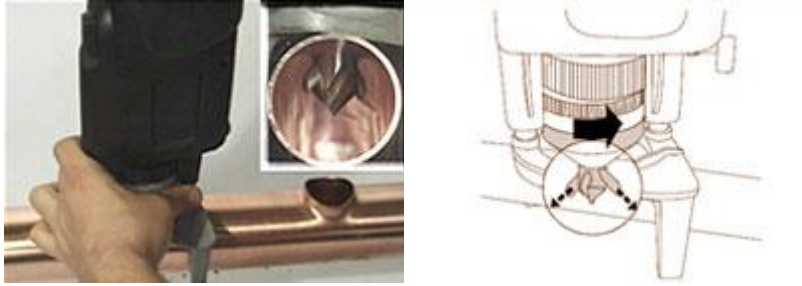
Baskı konik kapağı ve şekillendirme pimleri geri çekilerek boru çapına göre ayarlanır.

Destek ayakları Resim 1.18' de olduğu gibi boru üzerine Te için işaretlenmiş noktaya uygun şekilde sabitlenir. Merkezlenen kafa, matkap motoru yardımıyla döndürülür.



Resim 1.18: Cihaz konumlandırması

Matkap sıkılarak sıvama ters yönde başlatılır.



Sıvama matkap çıkışı ile oluşmaya başlar ve matkap kafası tamamen borudan çıkana kadar devam eder.

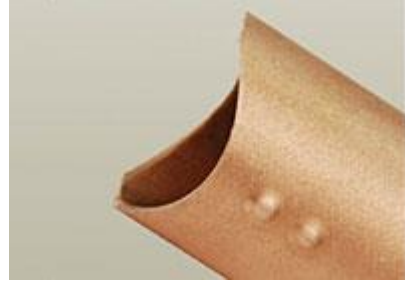


Resim 1.20: Boru çıkışı şekillenme

Oval boru sonu iki tarafın ağız ile boru uç köşe çıkarma üzerinde uygun boyutlu seçilir ve Resim 1.22' deki gibi boru ağızı oluşturulur.



Resim 1.21: Boru ağızları raybalanır



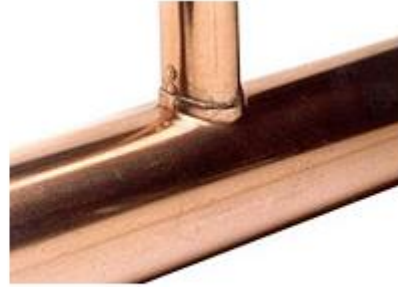
Resim 1.22: Hazırlanan boru ağızı

Sıvanan boru içinden kalıntı yağ uygun kimyasallarla temizlenir.



Resim 1.23: Düzgün lehim için ağız temizliği


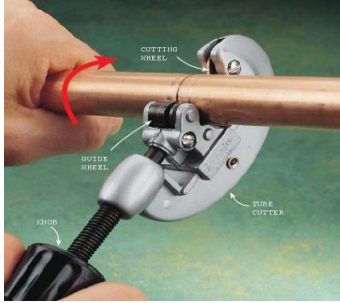
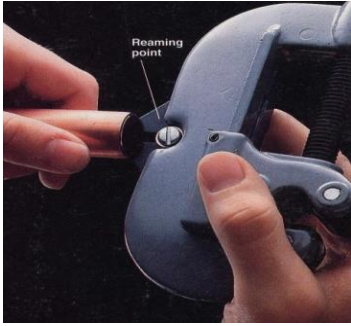
İlk ağız sıvama hattına kadar yerleştirilir boru ve sıvama eksenini hizalanır.



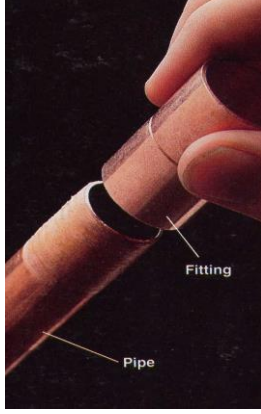
Resim 1.24: Ağızları hizalayarak lehimleme

UYGULAMA FAALİYETİ

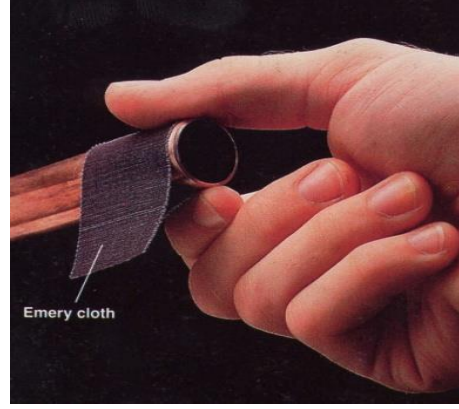
Bakır boruyu sert lehimle birleştirmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Bakır boru birleşme / geçme yerlerini markalayınız.</p> 	<p>➤ Borularda ölçü alma metotlarını uygulayınız.</p>
<p>➤ Ölçüsüne göre bakır boruları kesiniz.</p>	<p>➤ Bakır boruları bakır boru kesme makinesi ile kesiniz.</p> 
<p>➤ Kesilen borunun çapaklarını alınız.</p> 	<p>➤ Kesilen borunun çapaklarını rayba (çapak alma aparatı) ile temizleyiniz.</p>
<p>➤ Fittingsleri geçici olarak borulara takınız.</p>	<p>➤ Uygun ve sağlam fittingsleri takınız.</p>

- Lehim yapılacak boru dış yüzey ucunu ve fittings muflarının iç yüzey uçlarını, boruya ve fittings çaplarına uygun özel fırçalarla temizleyiniz.



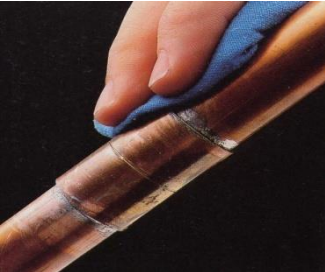
- Temizleme işleminin ilk aşaması yağ giderme işlemidir. Solvent ile temizleme işlemi yapınız.



- Boruya dekapan sürünüz.
- Yanlış temizlik yapılmış borular

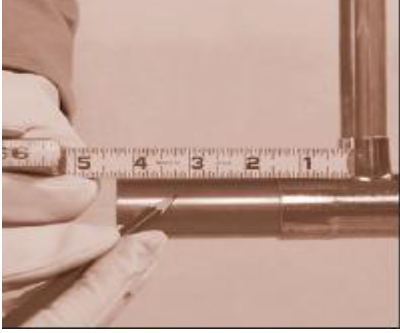







- Dekapanı bir kıl fırçayla temizlenen kısımlara düzgün olarak sürünüz.
- Dekapanı cildinize temas ettirmeyiniz.
- Pasta halindeki dekapanı kullanılmadan önce iyice karıştırınız.



<p>➤ Bakır boruyu oksî-gaz pürmüzü yardımıyla ısıtıp, sert lehim tekniğine uygun olarak lehimleyiniz</p>	<p>➤ Atölye veya lehimlemenin yapıldığı yeri havalandırınız.</p> <p>➤ Oksî-gaz pürmüz alevini ayarlayınız.</p> <p>➤ Alev konisini parçayı ergitmeyecek biçimde uzak tutunuz.</p> <p>➤ Alevi sert lehim alaşımına yöneltmeyiniz.</p> <p>➤ Sert lehim alaşımını tüm birleştirme yerinin çevresinde akmasını görmelisiniz.</p> <p>➤ Dekapanın ergimesi ile lehimleme sıcaklığına gelindiğini anlamalısınız.</p> <p>➤ Lehimlemeyi 2 dakika içerisinde yapmalısınız.</p>
<p>➤ Lehimden hemen sonra ıslak bir bezle veya su ile lehim bölgesini asitten arındırınız.</p> 	<p>➤ Elinizi yakmayınız.</p> <p>➤ Mutlaka eldiven kullanınız.</p>
<p>➤ Tesisatın sızdırmazlık testini yapınız.</p>	<p>a. Tesisata azot gazı ile doldurunuz.</p> <p>b. Sıhhi tesisata ve ısıtma tesisatına su pompası ile su basılarak hidrolik test yapılır basınç manometreden gözlenir.</p> <p>c. Gaz tesisatına azot gazı basılır U manometre ile basınç testini kontrol ediniz.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Bakır boruyu elektrikli grafik çubuklu kaynak makinası ile birleştirmek

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
<p>➤ Bakır boru birleşme yerlerini markalayınız</p> 	<p>➤ Borularda ölçü alma metotlarını uygulayınız.</p>
<p>➤ Ölçüsüne göre bakır boruları kesiniz</p> 	<p>➤ Bakır boruları bakır boru kesme makinesi ile kesiniz.</p>
<p>➤ Kesilen borunun çapaklarını alınız.</p> 	<p>➤ Kesilen borunun çapaklarını rayba (çapak alma aparatı) ile temizleyiniz.</p>

<p>➤ Fittingsleri geçici olarak borulara takınız.</p> 	<p>➤ Uygun ve sağlam fittingsleri takınız.</p>
<p>➤ Lehim yapılacak boru dış yüzey uçları ve fittings muflarının iç yüzey uçları, boruya ve fittings çaplarına uygun özel fırçalarla temizleyiniz</p> 	<p>➤ Temizleme işleminin ilk aşaması yağ giderme işlemidir.</p> <p>➤ Solvent (Yağ çözücü) ile temizleme işlemi yapınız.</p>
<p>➤ Boruya dekapan sürünüz.</p> 	<p>➤ Dekapanı bir kıl fırçayla temizlenen kısımlara düzgün olarak sürünüz.</p> <p>➤ Dekapanı cildinize temas ettirmeyiniz.</p> <p>➤ Pasta halindeki dekapanı kullanmadan önce iyice karıştırınız.</p>

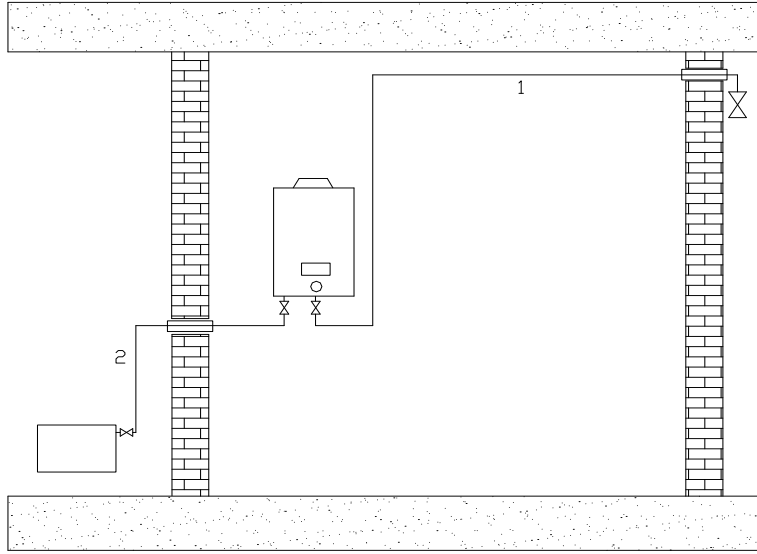
<p>➤ Bakır boruyu, elektrikli lehim makinesi yardımıyla ısıtıp, yumuşak lehim teli vererek tüm tesisatın yumuşak lehimini yapınız.</p> 	<p>➤ Atölye veya lehimlemenin yapıldığı yeri havalandırınız.</p> <p>➤ Elektrikli lehim makinesini ayarlayınız</p> <p>➤ Yumuşak lehim alaşımını tüm birleştirme yerinin çevresinde akmasını görmelisiniz.</p> <p>➤ Dekapanın ergimesi ile lehimleme sıcaklığına geldiğini anlamalısınız.</p> <p>➤ Lehimlemeyi 2 dakika içerisinde yapmalısınız.</p>
<p>➤ Lehimden hemen sonra ıslak bir bezle veya su ile lehim bölgesini asitten arındırınız.</p> 	<p>➤ Elinizi yakmayınız.</p> <p>➤ Mutlaka eldiven kullanınız.</p>
<p>➤ Tesisatın sızdırmazlık testini yapınız.</p>	<p>➤ Tesisatı soğuk su ile doldurunuz.</p> <p>➤ Hidrolik test pompası ile hidrolik basınç testine tabi tutunuz.</p> <p>➤ Soğutma ve gaz akışkanla çalışacak sistemlerinde azot ile kontrol ediniz.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen resmin gerçek yaşamda olduğunu düşününüz. Tesisatta uyulması gereken kurallara dikkat ederek ölçülendirilmesi gereken noktaları ölçülendirerek uygulamasını yapınız. Ölçülendirme de verilmesi gereken ölçüleri vermede serbestsiniz.

- 1 numaralı tesisatı sıva üstü doğalgaz tesisatı olarak tasarlayınız.
- 2 numaralı tesisatı sıva üstü kalorifer tesisatı olarak tasarlayınız

Bakır boru tesisatında sert lehimle birleştirme yöntemini uygulayınız.



**Şekil 2. 11: 1 numaralı tesisat sıva üstü doğalgaz tesisatı
2 numaralı tesisat sıva üstü kalorifer tesisatı**

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Doğalgaz tesisatlarında bakır borular birleştirilmelidir.
2. 450 °C üzerinde ergiyen lehim alaşımlarıyla yapılan lehimleme işlemine denir.
3. Lehim bölgesinde malzemenin yüzeyindeki oksit tabakasınıtemizler.
4. Bakır ve bakır alaşımları için lehim alaşımları geliştirilmiştir.

Aşağıdaki soruların ön tarafında bırakılan boşluklara doğruysa D, yanlış ise Y yazınız.

5. () Lehimin ergime sıcaklığı birleştirilecek esas malzemedenden daha yüksektir.
6. () Kapiler lehimleme basıncını elde etmek için daima uygun bir aralığın seçilmesi gerekir.
7. () Dekapanlar genellikle boraksla asit borik karışımlarıdır.
8. () Dekapan ergiyerek sert lehimleme sıcaklığına varıldığını işaret eder.
9. () Dekapanın aktif hale geçmesi için gerekli süre 1/2 ile 2 saniye arasındadır.
10. () Kapiler etki nedeniyle lehimleme yapabilmesi için iki cidar aralığı 0,3- 0,03 mm arasında olmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Yanlış yaptığınız soruları ilgili bilgi sayfasına dönerek öğreniniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yeterli miktarda bakır boru temin ettiniz mi?		
2. Yeterli miktarda bakır fittings temin ettiniz mi?		
3. Boru bükme makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
4. Boru kesme bıçağını kontrol ettiniz mi?		
5. Ray bayı kontrol ettiniz mi?		
6. Fittings iç yüzeyi fırçasını ve boru dış yüzeyi fırçasını kontrol ettiniz mi?		
7. Sert lehim dekapanı temin ettiniz mi?		
8. Dekapan fırçasını kontrol ettiniz mi?		
9. Sert lehim teli temin ettiniz mi?		
10. Alev koruyucu bez temin ettiniz mi?		
11. Oksi-gaz pürmüzünü kontrol ettiniz mi?		
12. Islak bez, eldiven, gözlük ve tel fırça temin ettiniz mi?		
13. Karot, matkap ve uçlarını temin ettiniz mi?		
14. Bakır kelepçe, dübel, vida temin ettiniz mi?		
15. Tornavida, şerit metre, su terazisi temin ettiniz mi?		
16. Test pompasını ve U manometreyi kontrol ettiniz mi?		
17. Bakır boru geçiş yerlerini gerekli eğim vererek markaladınız mı?		
18. Bakır borunun çapına uygun ucu karoda takarak duvar geçişlerinde delme yaptınız mı?		
19. Markalanan yerlerde geçen bakır boruların kelepçe aralıklarını hesaplayarak bakır kelepçe tespit ettiniz mi?		
20. Plana uygun ölçüde boru kesme makasıyla bakır boru kestiniz mi?		
21. Kesilen boruların iç ve dış çapıklarını raybayla aldınız mı?		
22. Boru ve fittingsleri geçici olarak yerlerine taktınız mı?		
23. Lehim yapılacak boru dış yüzeyleri, dış yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
24. Fittingsleri iç yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
25. Boruyu özel fırça ile sert lehim dekapanı yeterli miktarda sürdünüz mü?		
26. Fittingsi lehimlemek üzere boruya taktınız mı?		
27. Oksigaz pürmüzün alev ayarını yaptınız mı?		
28. Oksi-gaz pürmüz aleviyle lehimleme sıcaklığına kadar ısıttınız mı?		

29.	Lehimle sıcaklığına geldiğini anlamak için dekapanın ergidiğine baktınız mı?		
30.	Dekapan ergiyince hemen sert lehim teli yeterli miktarda verdiniz mi?		
31.	Lehimlemeden sonra ıslak bezle dekapanın artıkları temizlediniz mi?		
32.	Lehimlemeden sonra lehim yerine tel fırça ile temizlediniz mi?		
33.	Kalorifer tesisatının sızdırmazlık testini test pompasıyla yaptınız mı?		
34.	Doğalgaz tesisatının sızdırmazlık testini U manometreyle yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde kazandığınız davranışlarda işaretlediğiniz “EVET” ler kazandığınız becerileri ortaya koyuyor.”HAYIR” larınız için ilgili faaliyetleri tekrarlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak bakır boru pres makinesini kullanarak tekniğine uygun bakır boruları presli birleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- 1.Kullanılan malzemeleri ve aletleri firma kataloglarına bakarak inceleyiniz.
- 2.Presli birleştirme tekniğinin kullanıldığı uygulama yerlerini inceleyiniz.
- 3.İnternete girerek konuyla ilgili araştırma yapınız.

2. PRESLİ BİRLEŞTİRME

Bu uygulamalarda presleme tekniği kullanılarak boru ile fittings birleşim yerine 5 ton üzerinde basınç uygulanır, fitting içinde olan O-ring sıkıştırılır ve mükemmel sızdırmazlık sağlanır.



Resim 2.1: Presli birleştirme tekniği kullanılarak hazırlanmış bakır boru tesisatı

2.1 Presli Birleştirme Tekniğinin Özellikleri

- Test sıcaklığı 110 °C, ve test basıncı 16 bardır.
- Çalışma sıcaklığı 95 °C, çalışma basıncı 10 bardır.
- Su kaçırmaz ve birleşme yerinden asla kurtulmaz.
- Deveboynu dirsekleri sayesinde polipropilen dirseklerde görülen debi kayıplarına rastlanmaz.
- Her fittings paketlemeden önce fabrikada tek tek lazer kontrolünden geçirilerek insan gözünden kaçabilecek olası bir hata engellenir.
- Fittingslerde O-ring conta konulur.
- 76,1/88,9/108,0 çaplı fittingslerde O-ring'e ek olarak çelik segman vardır.
- Yanlış montaj riski sıfırdır. Çünkü pres makinesi rotasyonlu ağızını kilitler, böylece hatalı montaj yapıldığı anlaşılır. Doğru sıkma yapılmadığı sürece pres makinesinin ağızı (sıkıştırma kerpetenleri) fittingsten ayrılmaz.
- Pres makinesi santimetrekareye 7 ton basınç uygular ve her iki yönden altıgen sıkma yapar.
- Doğal gazda kullanılmak için yalnızca fittingsler içindeki O-ring'ler değiştirilir. (Avrupa da uygulanır.)
- Freon gazı tesisatlarında (Soğutma sistemlerinde) kullanılmaz.
- Uzama ve genleşmeden doğan dilatasyon için özel çelik bağlantılı kompensatör (körüklü uzama kovani) fittingsti mevcuttur.
- Değişik ölçülerdeki fittingsler için çelik sıkıştırma ağızları (kerpetenleri) kullanılır (Set veya tek olarak alınabilir).
- Pres makinesinin rotasyonlu ağızı sayesinde kolay ulaşılamayan noktalarda hızlı montaj sağlanır.
- O-ring contası, hijyenikliği ve sızdırmazlık özelliği ile uzun ömürlü bir kullanım sağlar.
- Pres makineleri: elektrikli (230 V), akülü(şarjlı) ve boru kollu olmak üzere üç tiptir.
- Presli birleştirmede kullanılan fittingslerin çapları:

12/ 15 / 18 / 22 / 28 / 35 / 42 / 54 / 76,1 / 88,9 / 108 mm'dir.



Resim 2. 3: Pres çenesi



Resim 2.2: Pres noktası ve o ring

2.2. Bakır Borunun Pres Makinesiyle Montajı

İhtiyaç duyulan ölçü alınır. (Ölçü alınırken fittings içine girecek olan payda dikkate alınmalıdır.)



Resim 2.4: Ölçü alma

Uygun tip kesici kullanarak boru verilen ölçüde kesilir.



Resim 2. 5: Boru kesici

Uygun tip raybalar ile iç ve dış çapaklar temizlenir. Yerleştirme sırasında conta zarar vermemesi için boru ağzı iyice temizlenir.



Resim 2.6: Bakır boru raybaları ve temizlenmiş boru ağzı

Uygun tip conta tercih edilerek yerleştirilir. Contanın ezik veya kesik olmamasına dikkat edilir. Conta yuvasına yerleştirme derinliği işaretlenerek borunun ne kadar derinliğe gireceği ayarlanır.



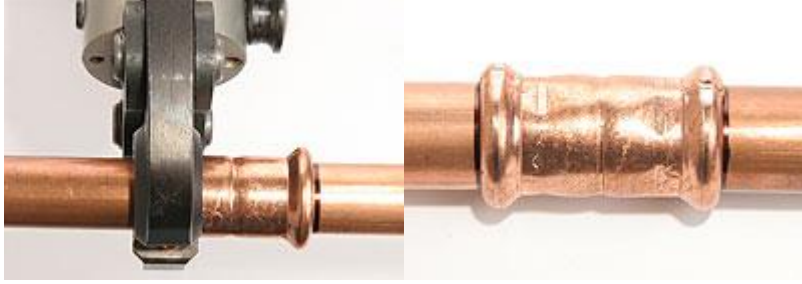
Resim 2.7: Muf içindeki conta ve muf derinliği

Boru çapına ve fittingsine uygun tip çene seçilerek makineye takılır. Boru uygun fittingsin içine conta sıyrılmadan yerleştirilir.



Resim 2.8: Pres çeneleri ve muf derinlikleri ayarlanmış bakır borular




Boru çapına ve fittingsine uygun tip çene seçilen makine çalıştırılarak uygun basınç ve surede pres işlemi yapılır. Presleme işlemi bitince çene çıkartılarak malzeme yüzeyindeki deformasyon olup olmadığı kontrol edilir.






Resim 2.9: Borunun preslenmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Bakır boruyu presle birleştirmek

İşlem basamakları	Öneriler
<p>➤ Bakır boruyu kullanacağımız uzunlukta kesiniz.</p> 	<p>➤ Borularda ölçü alma metotlarını uygulayınız.</p> <p>➤ Boru kesme işlemini boru kesme makasıyla yapınız.</p> <p>➤ Eldiven kullanınız.</p>
<p>➤ Kesilen boru ucunun çapaklarını raybayla temizleyiniz.</p> 	<p>➤ Kesilen borunun çapaklarıyla elinizi kestirmeyiniz.</p>
<p>➤ Fittings' in içindeki o-ring'i kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ Fittingslerde olabilecek kırık, ezilme ve çatlaklıkları kontrol ediniz.</p> <p>➤ Fittingslerde bir sorun var ise yenisi ile değiştiriniz.</p>

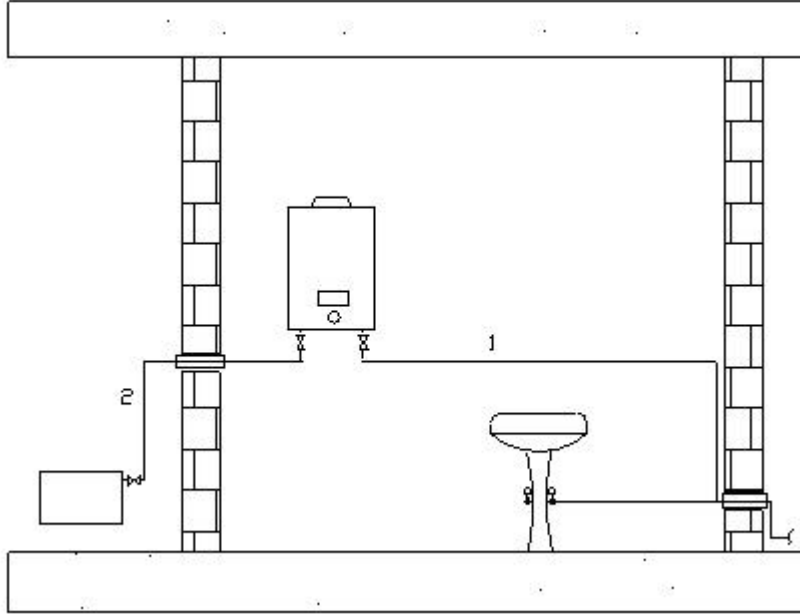
<p>➤ Fittings'i boruya takınız.</p>	<p>➤ Uygun fittings seçiniz.</p> 
<p>➤ Tesisat montajını yapınız.</p>	<p>➤ Tesisat döşerken uyulması gereken kurallara dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Tesisatı yerine sabitleyiniz.</p>	<p>➤ Tesisatı yerine uygun kelepçelerle sabitleyiniz.</p>
<p>➤ Pres makinesiyle sıkınız.</p> 	<p>➤ Pres ağzı (kerpetenleri) fittingten ayrılmazsa doğru sıkma yapıldığını anlamalısınız.</p> 
<p>➤ Tesisata sızdırmazlık testi yapınız.</p>	<p>➤ Kaçak testini test pompasıyla yapınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen resmin gerçek yaşamda olduğunu düşününüz. Tesisatta uyulması gereken kurallara dikkat ederek ölçülendirilmesi gereken noktaları ölçülendirerek uygulamasını yapınız. Ölçülendirmede verilmesi gereken ölçüleri vermede serbestsiniz.

- 1 numaralı tesisatı sıva altı soğuk su tesisatı olarak tasarlayınız.
- 2 numaralı tesisatı sıva üstü kalorifer tesisatı olarak tasarlayınız

Bakır boru tesisatında presli birleştirme yöntemini uygulayınız.



Şekil3.7: 1 numaralı tesisat sıva altı soğuk su tesisatı
2 numaralı tesisat sıva üstü kalorifer tesisatı

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun olan kelimeleri yazınız.

1. Pres makinesi ağzını kilitler.
2. Pres makinesinin ağzı doğru sıkma yapılmadığı süreceayrılmaz.
3. Presli birleştirmede fittings kordonunun içerisine conta konur.
4. Pres makineleri boru kollu, akülü (şarjlı) olarak üç tipte mevcuttur.
5. Pres makinesi santimetrekareye yedi ton basınç uygular ve her iki yönden yapar.
6. 76, 1 / 88, 9 / 108, 0 mm çaplı fittingsler de contaya ek olarak vardır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

7. () Freon gazı tesisatlarında presli birleştirme kullanılamaz.
8. () Presli birleştirmede çalışma ısısı 95⁰ C, çalışma basıncı 10 bardır.
9. () Değişik ölçülerdeki fittingsler için çelik sıkıştırma ağızları (kerpetenler) kullanılır.

Aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. Aşağıdakilerden hangisi presli birleştirme takımı değildir?
A) Boru kesme makası
B) Üfleç
C) Boru bükme makinesi
D) Çapak alma aparatı (Rayba)

DEĞERLENDİRME

Yanlış yaptığımız soruları ilgili faaliyete dönerek öğreniniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Aşağıdaki hazırlık çalışmalarını yaptınız mı?		
2. Yeterli miktarda bakır boru temin ettiniz mi?		
3. Yeterli miktarda bakır fittingsleri temin ettiniz mi?		
4. Boru bükme makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
5. Boru kesme bıçağını kontrol ettiniz mi?		
6. Raybayı kontrol ettiniz mi?		
7. Karot, matkap ve uçlarını kontrol ettiniz mi?		
8. Duvar kanal açma makinesini kontrol ettiniz mi?		
9. Bakır kelepçe, dübel, bakır kanca, vida temin ettiniz mi?		
10. Tornavida, şerit metre, su terazisi temin ettiniz mi?		
11. Elektrikli pres makinesini kontrol ettiniz mi?		
12. Test pompasını kontrol ettiniz mi?		
13. Bakır boru geçiş yerlerini gerekli eğim vererek markaladınız mı?		
14. Markalanan yerlere sıva altıysa kanal açma makinesiyle boru çapına uygun kanal açtınız mı?		
15. Markalama yerleri sıva üstü ise bakır borularda konulacak kelepçe aralıklarını hesapladınız mı?		
16. Kelepçeleri tespit ettiniz mi?		
17. Bakır borunun çapına uygun uuu karota takarak duvar geçişlerinde delme yaptınız mı?		
18. Bakır boruyu tesisat projesine uygun ölçülerde kestiniz mi?		
19. Kesilen boruların iç ve dış çapıklarını raybayla temizlediniz mi?		
20. Fittingslerin O- ring contalarını kontrol ettiniz mi?		
21. Kesilen borulara O-ring contalı fittingslerini tesisat projesine uygun şekilde takarak tesisatı döşediniz mi?		
22. Tesisat sıva üstü ise boruları bakır kelepçe ile tespit ettiniz mi?		
23. Elektrikli pres makinesiyle fittingsleri preslediniz mi?		
24. Tesisat sıva altı ise boruları bakır kancalarla kanal içerisine tespit ettiniz mi?		
25. Tesisata test pompasıyla sızdırmazlık testi yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde kazandığınız davranışlarda işaretlediğiniz “EVET” ler kazandığınız becerileri ortaya koyuyor.”HAYIR” larınız için ilgili faaliyetleri tekrarlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli donanımları kullanarak tekniğine uygun bakır boru tesisatında rakorlu birleştirme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bakır borular hangi sektörde rakorlu birleştirme yapılarak kullanılır araştırınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları raporlayınız.
- Hazırladığınız raporu sınıfta sununuz.

3. RAKORLU BİRLEŞTİRME

3.1. Havşa Takımı

Yumuşak çekilmiş bakır boruların birleştirilmesinde çok kullanılan tekniklerden biridir. Eğer sızdırmaz bağlantılar gerekiyorsa havşaların uygun şekilde yapılmış olması çok önemlidir. Bunun için de doğru aletler ve tecrübe gerekir. Resim 3.1’de havşa takımı ve boru şişirmede kullanılan aparatlar görülmektedir.

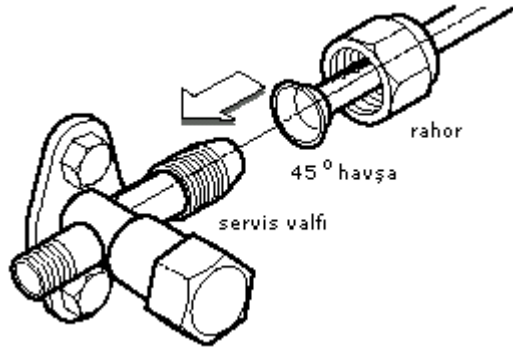


Resim 3.1: Havşa ve muf ağı açabilen havşa takımı

3.1.1 Havşa Yapım Tekniği

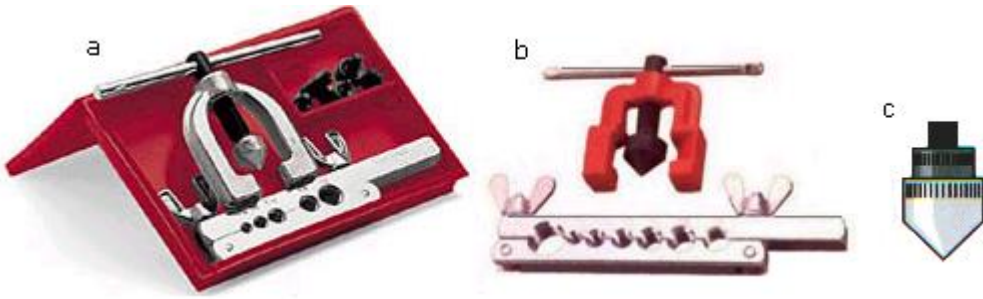
Sökülebilir birleştirmelerin tercih edildiği yerlerde rakorlu, vidalı bağlantılar kullanılır. Bu bağlantılarda vidalı birleştirmenin yapılacağı boru ucunda 45° lik havşaya ihtiyaç duyulur. Havşalar borunun uç kısmına Resim 3. 1’deki koni şeklinde genişleten özel aletlerle yapılır.

Havşa aparatı tekniğine uygun kullanıldığı zaman, biraz da tecrübeyle uygun ölçüdeki havşaların yapımı mümkün olur. 45° lik havşalar soğutma ve iklimlendirme endüstrisi için standarttır (Şekil 3.1)



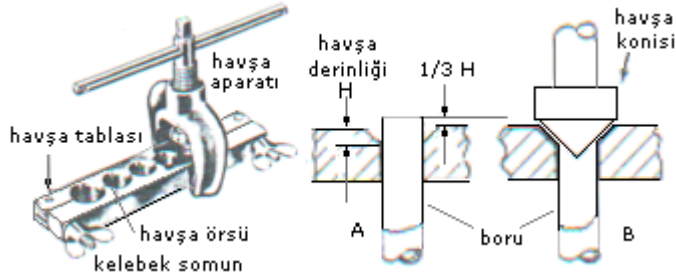
Şekil 3.1: Servis valfi ve rakorlu bağlantısı

Diğer endüstrilerde (örneğin otomotiv vb.) pirinç veya çelik boru tesisatı kullanılır. Bu metaller, bakır kadar kolay şekillendirilemediklerinden 37°lik havşalar kullanılır. Dolayısıyla da bir açı değeri için kullanılan havşa aparatı, diğer açılar için kullanılamaz.



Resim 3.2: a.Çift katlı (Cidarlı) havşa yapabilen havşa takımı, b.Havşa takımı, c. Havşa konisi

Vidalı rakorlu bağlantı 1/4" ile 3/4" boru çapları arasında sık sık uygulanmaktadır. Kolaylıkla yapılması ve istendiğinde tekrar sökülebilmesi tercih nedenlerinin başında gelir.

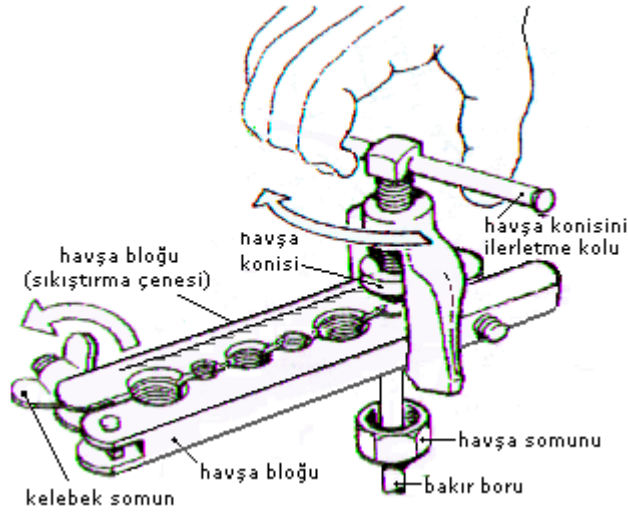


Şekil 3.2: Tek cidarlı havşa yapımında borunun havşa örsüne yerleştirilmesi

Boruya havşa açmadan önce borunun hazırlanması gerekir. Borunun mutlaka düz kesilmesi ve ucunda çapak, talaş kalmaması, havşa kalitesi açısından çok önemlidir. Havşa kalitesi yapılan uygulama ile kazanılır. Bu uygulamada, havşa bloğuna bağlanan borunun Şekil 3.2'de görüldüğü gibi yükseklik ayarının yapılması gerekir. Aksi hâlde istenilen formda havşa oluşmayacağı için sızdırmazlık ihtimali artar.

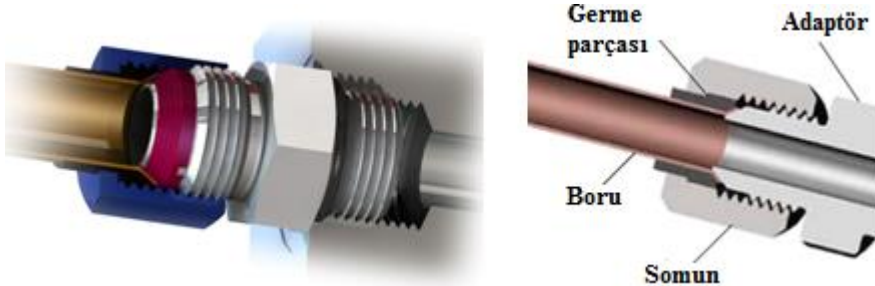
Özellikle küçük çaplı $\frac{1}{4}$ " - $\frac{1}{2}$ " arası yumuşak çekilmiş bakır ve alüminyum borular için güvenle kullanılan birleştirme yöntemidir. Havşa, boruların uç kısmında, bağlantı parçasının konik yüzeyine uygun, 45° lik bir açıyla konik şekilde havşa konisinin basıncıyla şekillendirilerek elde edilir.

Havşa işlemi öncesi şekil verecek koniye bir damla soğutucu akışkan yağı akıtmak ve koniyi sıkıp-çözme şeklindeki birkaç tekrar hareketle havşayı elde etmek daha uygun olur. Çünkü işlemi yapan kişi koninin ilerlediğini hissedemez. Dolayısıyla hem havşa bozulabilir, hem de metal sertleşme eğilimi gösterebilir. Havşa, havşa somunu ile somuna uygun konik uçlu bağlantı parçası arasında kalır. Somunun sıkıştırılmasıyla sızdırmazlık sağlanmış olur.



Şekil 3.3: Tek cidarlı havşa yapım tekniği

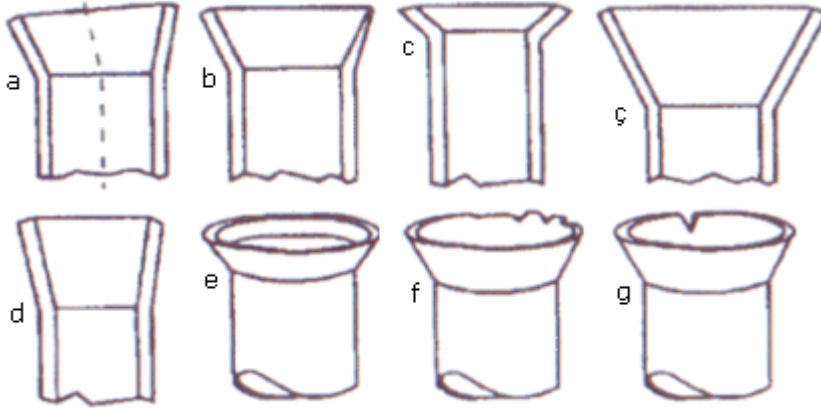
Havşa açılmadan önce birleştirilecek rakor parçası bakır boruya takılır (Şekil 3.3). Havşa yüksekliğinde sabitlenen boru üzerine havşa makinesi bağlanır. Sıkma kolu vasıtasıyla sıkıştırma yapılarak havşa oluşturulur. Havşa üzerinde eksen bozukluk ve çatlak olmaması gerekir.



Resim 3.3: Havşalı birleştirme ve havşa kesiti

3.1.2. Havşa Yapımında Meydana Gelebilecek Hatalar (Şekil 3.4):

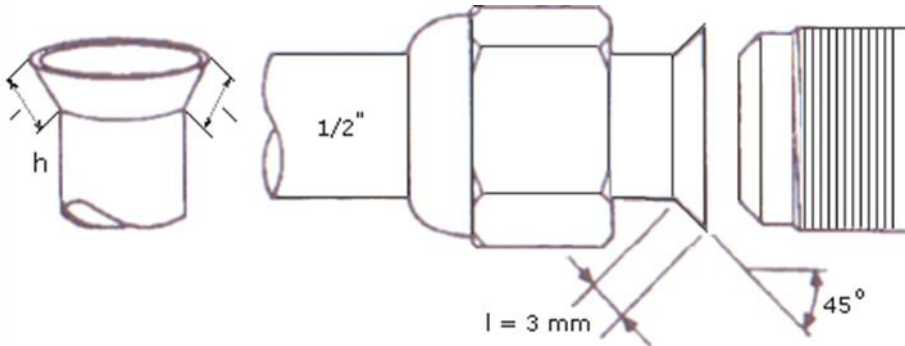
- Havşa konisi ekseninin boru eksenine paralel olmadığı havşa tipi,
- Havşa konisi tarafından bir yönde ezilmiş havşa tipi,
- Havşa bloğunda havşa derinliğine göre kısa yerleştirilmiş boru,
- Havşa bloğunda havşa derinliğine göre uzun yerleştirilmiş boru,
- Havşa bloğunda havşa derinliğine göre uzun yerleştirilmiş ve havşa konisinin tam sıkılmadığı havşa tipi,
- Havşa konisinin aşırı sıkılarak boru ağzının ezildiği havşa tipi,
- Havşaya uygun boru ağzının hazırlanmadığı, ezilmiş veya kırılmış boruya açılmış havşa tipi,
- Havşaya uygun boru ağzının hazırlanmadığı, çatlak veya yırtılmış boruya açılmış havşa tipi,



Şekil 3.4: Hatalı açılmış havşalara örnekler

3.1.3. Standartlara Uygun Havşa Tipi

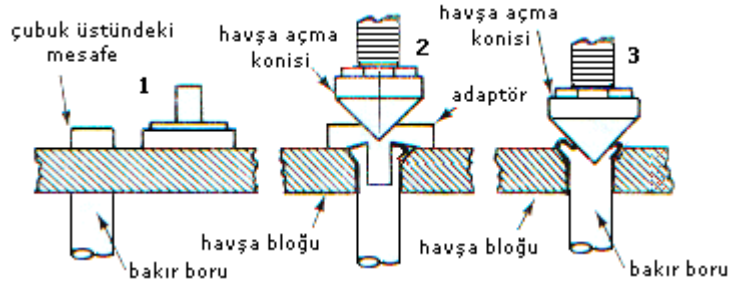
Sızdırmazlığı sağlayabilen, standartlara uygun havşa tipine örnektir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Doğru açılmış havşa ve rakorlu bağlantıdaki konumu

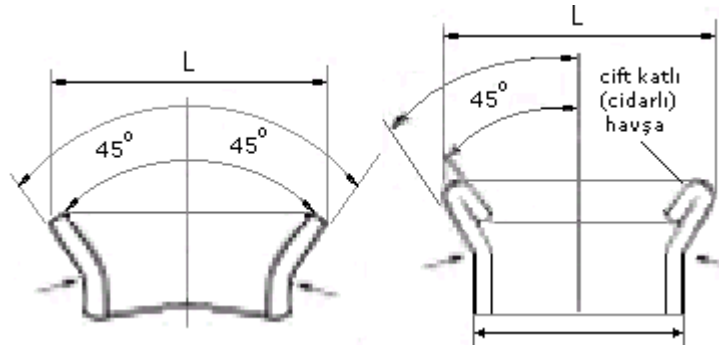
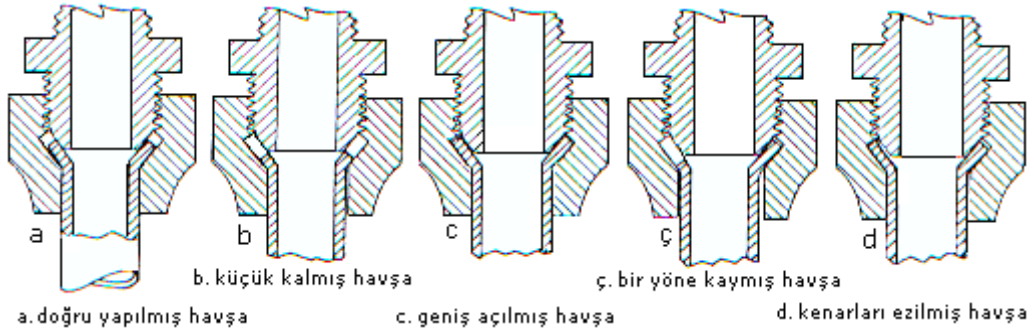
3.1.4. Çift Kath (cidarlı) Havşalar

Bu tür havşalar çift cidarlı sızdırmazlık yüzeyinden oluşur. Çift cidarlı havşa yapımı özel takım gerektirir. Şekil 3.6' da gösterildiği gibi boru havşa bloğuna, bloğun belli bir mesafe üstüne çıkacak şekilde sıkıştırılır. Adaptör borunun içine yerleştirilir. Sıkıştırma vidası, boruyu içeri doğru kıvrıran ön şekil verilene kadar sıkılır. Bundan sonraki işlem tek cidarlı havşa yapımı ile aynıdır. Adaptör yerinden alınır ve şekil verici koni çift cidarlı havşa elde edilene kadar sıkılır.



Şekil 3.6: Çift cidarlı havşa yapım tekniği

Çift cidarlı havşa yapım tekniği Şekil 3.6'da işlem basamağı (1,2 ve 3) dikkate alınarak verilmiştir.



Şekil 3.7: Rakorlu birleştirmede havşanın durumuna ait örnekler

Şekil 3.8: Tek ve çift katlı (Cidarlı) havşa

Çift havşanın başlıca kullanıldığı yer büyük çaplı borulardır. Çünkü bu borularda tek havşa, aşırı genişleme yüzünden zayıf kalır. Tesisatlarda aşırı titreşim nedeniyle oluşabilecek çatlakların önlenmesinde ve daha sıklıkla sökülüp sıkılan bağlantılarda güvenle kullanılırlar.

3.2. Bakır Boru Bükme Aletleri

Küçük ölçülerde yumuşak çekilmiş ve sert boruların kullanıldığı yerlerde çoğu zaman, boruyu uygulamanın özelliğine göre basitçe bükmek, eğmek daha rahat ve ekonomiktir. Bu işlem için özel aletler geliştirilmiştir. Pratikte bir borunun bükülebileceği en küçük yarıçap, boru dış çapının yaklaşık beş katı kadardır.

3.2.1. Boru Bükme Yayları

Borunun bükülürken ezilmesini önlemek için kullanılan basit araçlardır. Değişik çap ve ölçülerde üretilirler. Bükme işle- mi, borunun yay içine ya da yayın boru içine sokulmasıyla yapılır. Hassas bir bükümün arandığı yerlerde pek tercih edilmezler. Resim 3.4'te bakır ve alüminyum boruların bükülmesinde kullanılan boru bükme yayları görülmektedir.



Resim 3.4: Bakır boruların bükülmesinde kullanılan çelik yaylara örnekler

3.2.2. Manivela Tipi Boru Bükme Aletleri

Yumuşak ve sert çekilmiş küçük çaplı boruların kullanıldığı yerlerde çoğu zaman hazır ara bağlantı parçaları kullanmak yerine, boruyu uygulamanın özelliğine göre eğmek, bükmek hem daha rahat hem de daha ekonomiktir. Bu işlem elle yapılabilse bile, sağlıklı, ölçüsünde bir bükme elde etmek oldukça zor ve zaman alıcıdır. Boru eğmenin en hassas ve güvenli yolu, uygun alet kullanılmasıdır. Bu iş için geliştirilmiş birçok bükme aleti, takımı ve makinesi vardır. Bir servis elemanı için çoğu kez, bir kaç ölçüde bükme yapabilen manivela tipi boru bükme aleti yeterli olacaktır.



Resim 3.5: Manivela tipi bakır boru bükme aparatı

Değişik ölçülerde yapılmış bükme aletleriyle $\frac{1}{4}$ " , $\frac{5}{16}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{5}{8}$ " , $\frac{3}{4}$ " ve 6, 8, 10, 12, 15 mm dış çap ölçülerindeki borular çeşitli açılarda bükülebilir. Bazı tipleri 2 veya 3 farklı çaptaki boruları bükme yapacak şekilde tasarlanmıştır.

Resim 3.5'te manivela tipi bakır boru bükme aleti, Resim 3.6'da da bu aletin kullanımı görülmektedir.



Resim 3.6: Manivela tipi aparatla bakır boru bükümü

Bu alet hem yumuşak hem de sert çekilmiş boruları bükür. Değişik çaplardaki şekil verme tekerlekleri ve kalıpları ile hassas ölçülerde, 180° kadar her açıda bükme yapılabilir.

Resim 3.7'de bükme, eğme uygulamasına ait örnekler görülmektedir.



Resim 3.7: Manivela ile bükülmüş bakır borulara örnekler

Boruların bükülebileceği minimum bir bükme çapı vardır. Bu çap borunun imalât sırasındaki şekillendirilme özelliği (yumuşak ya da sert çekilmesi) ile boru çapı ölçüsüne bağlı olarak değişir.

Tablo 3.1'de soğutma devrelerinde kullanılan K, L ve M sınıfı bakır borulara ait mekanik olarak minimum bükülebilecekleri yarıçap ölçüleri verilmiştir.

Standart ölçü (inç)	Bakır boru sınıfı	İşlenme durumlarına göre	Min. bükme çapı (inç) mm	
$\frac{1}{4}$	K,L	Yumuşak çekilmiş	$\frac{3}{4}$	19,0
$\frac{3}{8}$	K,L	Yumuşak çekilmiş	1 $\frac{1}{2}$	38,1
	K,L,M	Sert çekilmiş	1 $\frac{3}{4}$	44,5
$\frac{1}{2}$	K,L	Yumuşak çekilmiş	2 $\frac{1}{4}$	57,2
	K,L,M	Sert çekilmiş	2 $\frac{1}{2}$	63,5
$\frac{3}{4}$	K,L	Yumuşak çekilmiş	3	76,2
	K,L	Sert çekilmiş	3	76,2
1	K,L	Yumuşak çekilmiş	4	101,6

3.3 Bakır Boru Ek Parçaları

Tesisatta hat alma, yön değişiklikleri, çap değişiklikleri ve birleştirmelerde kullanılır. Üretici firmalar tarafından patent olarak imal edilir. Bağlantı ağızlarında muf kullanım ve montaj şekline göre değişik tipleri mevcuttur.



Dirsek



Erkek dirsek



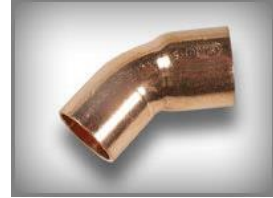
Açık dirsek



Te



İnegal Te



Erkek açık dirsek



Kör tapa



Diři S



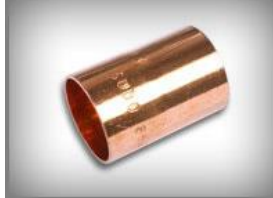
Erkek S



Kurve



Redüksiyon



Manřon



Rakorlu dirsek



Flanş



Erkek tapa

Resim 3.8: Bakır boru ek parçaları



Resim 3.9: Dişli Bakır boru ek parçaları

3.4 Bakır ve Alüminyum Boru Döşemede Dikkat Edilecek Hususlar

- İlerde olabilecek bakım ve tamirin rahat ve kolay yapılabilmesi için uygun erişebilmesi mümkün tesisat yapılmalıdır.
- Sıva üstü döşenen borular duvarlara ve birbirlerine paralel ve aralıkları eşit olmalıdır.

- Boruyu dondan korumak için boru iç duvarlara ve uygun yerlere döşenmelidir. Açıktan geçen ve donma tehlikesi olan yerlerde borular donmaya karşı izole edilmelidir.
- Yatay borulara en çok 0.005 eğim verilir. Eğim, akış doğrultusuna göre olmalıdır. Yüksek nokta, akma noktası kabul edilmelidir.
- Boru ile kelepçe, arasına lastik ve plastik gibi maddeler konularak tesisatta oluşabilecek gürültü ve titreşim önlenmelidir. Kelepçeler bakırdan olmalıdır. Kelepçeler bakır kaplamalı çelik ve plastik dübelle tespit edilmelidir.
- Borular, içerisinden geçen akışkanın sıcaklığına eşit ortamlardan geçirilmelidir. Aksi halde boruda sıcaklık farkından dolayı terleme olur. Bu durum borunun korozyona uğramasına neden olur. Bu tip boruları izole etmek gerekir.
- Üst üste yatay boru demetlerinde yüzeyde yoğuşan suyun alttaki borulara zarar vermemesi için soğuk su borusu en altta olmalıdır. En üstte gaz borusu olmalıdır.
- Yatay kat dağıtımında borular banyo ve mutfak duvarlarına döşenmelidir. Döşeme ve tavandan boru geçirilmemelidir.
- Bakır boruyu sıva altına döşeme sırasında sabitlemek için kireçli harç kullanmaktan kesinlikle kaçınılmalıdır. Koruyucu izolasyon kılıfları içinden geçirilmelidir.
- Duvar ve döşeme geçişlerinde koruyucu boru (kovan) kullanılmalıdır. Koruyucu boruyla akışkan boru arası dolgu malzemesiyle doldurulmalıdır.
- Sıva altındaki sıcak su borularına, ısı kaybına karşı izolasyon yapılmalıdır.
- Borular elektrik tesisatı ve PTT 'ye ait tesisata zarar vermeyecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Sıva altı tesisatta lehim yapılan bağlantı yeri korozyona karşı bitümlü veya polietilen maddelerle kaplanmalıdır.
- Tesisat boruları topraklama amacıyla kullanılmamalıdır.
- Sıva altındaki tesisatta, duvar ve döşeme geçişlerindeki borularda bağlantı elemanı (fittingsler) bulunmamalıdır.
- Basınçlı çalışacak tesisatlarda bakır borular sert lehimle birleştirilmelidir. Sıhhi tesisat veya kalorifer tesisatı sert ve yumuşak lehimle yapılabilir.
- Tesisatlar kiriş ve kolandan geçirilmemelidir.

3.5 Tesisatın Test Edilmesi

3.5.1. Sıhhi Tesisat ve Isıtma Tesisatlarında Test

Bütün boru donanımlarının tamamlandıktan sonra tesisat sızdırmazlık deneyine tabi tutulması gerekir. Sıcak ve soğuk sulu sıhhi tesisat ve ısıtma tesisatların soğuk suyla doldurulup hidrolik test pompasıyla hidrolik basınç deneyine tabi tutulur. Deneme basıncı tesisatta sistemin çalışma halindeki işletme basıncından 1,5 kg/cm² fazla olmalı, ama hiçbir zaman 4 kg/cm² 'nin altına inilmemelidir. pompa çalışmaya başlayıp sistem basınç etkisine maruz bırakıldıktan sonra deney pompasında bulunan manometre basıncı değerinde 15 dakika süre ile hiçbir azalış görülmemesi gerekir.

3.5.2. Gaz Tesisatlarında Sızdırmazlık Testi

Hat devreye alınmadan önce tesisatın işletme basıncına uygun olup olmadığını tespit etmek için bir ön ve ana test (alçak basınç hatlarında) uygulanır.

3.5.2.1 Ön Test

- Ön test bir yükleme testi olup armatürleri monte edilmemiş yeni tesisatlara uygulanır, test süresince bütün tesisat çıkışları kör tapa ve flanş ile kapatılmış olmalıdır.
- Ön testin, armatürleri olan tesisatta uygulanması için armatürlerin test basıncına dayanacak şekilde seçilmiş olması gerekir.
- Ön test uygulamasında, iç tesisat 1 barlık bir üst basınç (hava ve inert gaz) ile test edilir.
- Oksijen kullanılmaz, sıcaklık dengelendikten sonra test basıncı 10 dakika süre ile düşmemelidir.

3.5.2.2 Ana Test

- Ana test bir sızdırmazlık testi olup, tesisattaki armatürleri de kapsar, cihazlar ve diğer regülatör ve emniyet aygıtları test dışında kalırlar. Gaz sayacı test içine alınabilir. Ana test ile bütün tesisatın sızdırmazlık kontrolü yapılır.
- Ana test hava veya inert gaz ile (azot, karbondioksit) yapılır. Oksijen kullanılmaz, test basıncı 100 mbar'dır. Sıcaklık dengelendikten sonra test basıncı 10 dakika süre ile düşmemelidir. Test U manometre ile yapılmalıdır. U manometre 0,1 mbar okuyacak taksimat çizgileri olacak şekilde seçilmelidir.

3.6 Bakır Borularda Yalıtım

Bakır ve alüminyum tesisatta akışkanın ısı kazancını ve ısı kaybını engellemek amacıyla izole edilmesi şarttır. Tüm bakır boru tesisatlarındaki buhar ve sıvı hatlarının izole edildiği varsayılarak dizayn edilirler. Özellikle sistemdeki yüksek basınçlı sıvı hattının izole edilmemesi, sisteme faydadan çok zarar getirecektir. İzolasyonun bir faydası da, bakır boruların terleme yaparak yoğunlaşan suyun istenmeyen mekânlarda damlamasını engellemesidir. İzolasyon malzemesi kauçuk esaslı ve boru çapına uygun et kalınlığında olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bakır boruyu havşa ve rakorla birleştirmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Bakır boruyu ölçüsünde kesiniz.</p> 	<p>➤ Eksene dik ve ölçüsünde kesmeye dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Bakır boruyu mengenesini boru çapına uygun noktadan sabitleyiniz. Uçlarındaki çapakları temizleyiniz.</p> 	<p>➤ Borunun sıkı sabitlenmesi için uygun çap aralığına sabitlemelisiniz.</p>
<p>➤ Mengene üzerinde bakır borunun havşa mesafesini ayarlayınız.</p> 	<p>➤ Ölçüsünde havşa yapabilmemiz için boru çapına uygun yükseklikte bağlamalısınız.</p>

- Rakor parçasını boruya takınız.



- Boru çapına uygun rakor parçası takmalısınız.

- Havşayı yapınız.



- Havşa makinesi sıkma kolunu sıkma yönünde yavaşça çeviriniz.



- Havşayı kontrol ediniz.






- Açılan havşa birleştirilecek parça ile örtüşmeli.
- Havşada çatlak oluşturmamalısınız.



UYGULAMA FAALİYETİ

Polietilen veya kauçuk köpüğü prefabrik borularla tesisat yalıtımı

	
<p>➤ Yalıtım yapılacak borunun çevresine kauçuk köpüğü boru yerleştirilir ve yarı boyunca kenarlara yapıştırıcı sürülür.</p>	<p>➤ Kauçuk köpüğü boruların bitiminde diğer boru ile birleşmesi için uç yüzeylerine yapıştırıcı sürülür.</p>
	
<p>➤ Boru 45 derece açı ile kesilir.</p>	<p>➤ İki parça birbirine yapıştırılır.</p>
	
<p>➤ Hazırlanan dirsek yarık yerinden açılarak uygulanacak dirseğe geçirilir. Ek yerleri yapıştırıcı sürülerek yapıştırılır.</p>	<p>➤ Daha küçük çaplardaki branşmanlar için keskin kenarlı bir metal boru yardımı ile yarık hat üzerine delik açılır.</p>
	
<p>➤ Bu kesim işlemi eğimli kısım delik çevresine tam oturacak biçimde yapılır.</p>	<p>➤ Ek yerleri yapıştırıcı sürülerek birleştirilir.</p>



- Bir cetvelle eğri kısmın R iç yarıçapı ölçülür, kullanılacak boru kalınlığındaki Kauçuk köpüğü şeritle Ç boru çevresi şeridi sündürmeden ölçülür.



- Ölçülen R ve Ç değerleri levha üzerine taşınır. İşaretlenen kesitler maket bıçağı yardımı ile kesilir.



- Kesilen iki parça parlak yüzeylerden yapıştırıcı ile birbirine yapıştırılır.

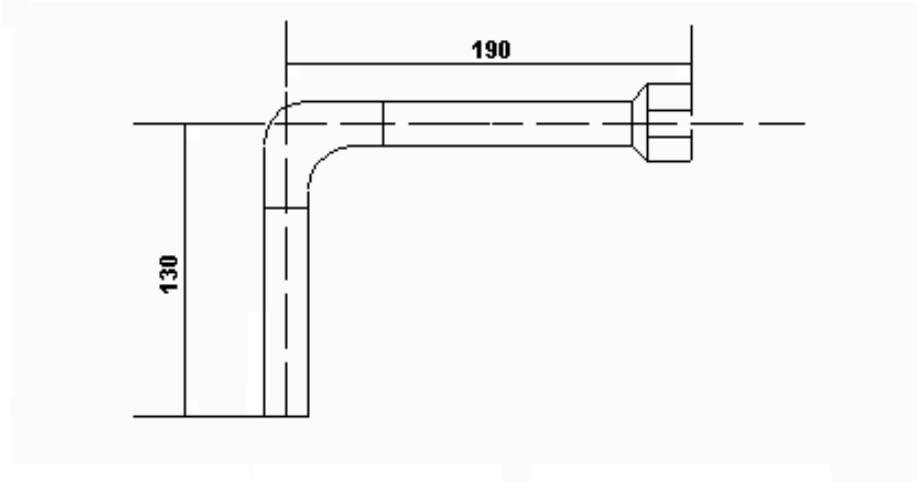


- Hazırlanan dirsek yerleştirildikten sonra metal bant yardımı ile dik olarak kesilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda sert lehimleme konusuyla ilgili uygulamalarda karşınıza çıkacak durumlar sıralanmıştır. Uygulama faaliyetinin hemen ardından kontrol listesini doldurarak konuyla ilgili eksikliklerinizi belirleyiniz.

Çapı \varnothing 15mm olan bakır ve fittings kullanarak ölçüsü verilen iş parçasını hazırlayınız.



Resim 4.6: Bağlantı parçası

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bakır boru keskisini hazırladınız mı?		
2. Bakır boru mengenesini hazırladınız mı?		
3. Bakır boru havşa makinesini hazırladınız mı?		
4. Rakor parçasını hazırladınız mı?		
5. Bakır boruyu eksenine dik kesebildiniz mi?		
6. Bakır boruyu uygun çapta ezilmeden sabitlediniz mi?		
7. Bakır boruyu havşa ölçüsüne uygun sabitleyebildiniz mi?		
8. Rakor parçasını bakır boruya taktınız mı?		
9. Havşayı ölçüsünde yapabildiniz mi?		
10. Havşayı kontrol ettiniz mi?		

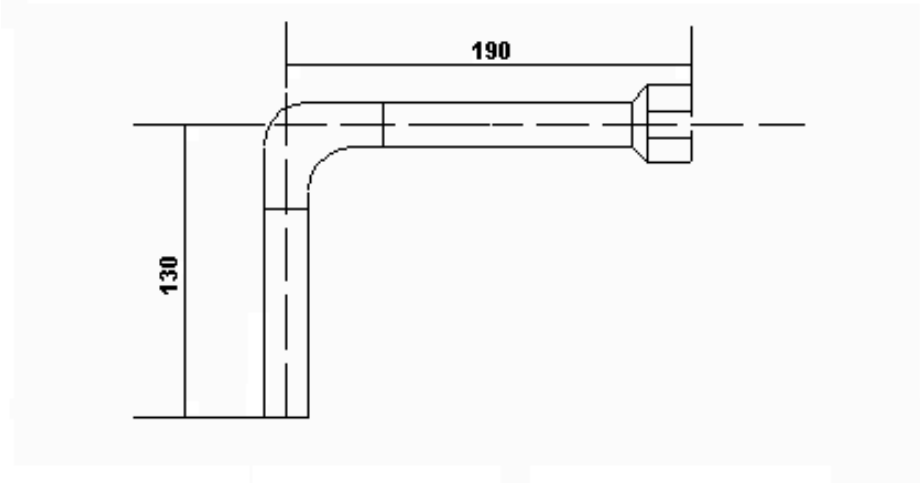
DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki her “Hayır” cevabı ilgili konuyu tekrar gözden geçirmeniz gerektiği anlamına gelir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda sert lehimleme konusuyla ilgili uygulamalarda karşınıza çıkacak durumlar sıralanmıştır. Uygulama faaliyetinin hemen ardından kontrol listesini doldurarak konuyla ilgili eksikliklerinizi belirleyiniz.

Çapı 15mm olan bakır ve fittings kullanarak ölçüsü verilen iş parçasını hazırlayıp izolasyonunu yapınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bakır boru kesmesini hazırladınız mı?		
2. Bakır boru mengenesini hazırladınız mı?		
3. Bakır boru havşa makinesini hazırladınız mı?		
4. Bakır boruyu eksenine dik kesebildiniz mi?		
5. Bakır boruyu uygun çapta ezilmeden sabitlediniz mi?		
6. Bakır boruyu havşa ölçüsüne uygun sabitleyebildiniz mi?		
7. Rakor parçasını bakır boruya taktınız mı?		
8. Havşayı ölçüsünde yapabildiniz mi?		
9. Havşayı kontrol ettiniz mi?		
10. Plana uygun ölçüde boru kesme makasıyla bakır boru kestiniz mi?		
11. Kesilen boruların iç ve dış çapaklarını raybayla aldınız mı?		
12. Boru ve fittingsleri geçici olarak yerlerine taktınız mı?		
13. Lehim yapılacak boru dış yüzeyleri, dış yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		

14. Fittingsleri iç yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
15. Boruyu özel fırça ile sert lehim dekapanı yeterli miktarda sürdünüz mü?		
16. Fittings lehimlemek üzere boruya taktınız mı?		
17. Oksigaz pürmüzün alev ayarını yaptınız mı?		
18. Oksi-gaz pürmüz aleviyle lehimleme sıcaklığına kadar ısıttınız mı?		
19. Lehimle sıcaklığına geldiğini anlamak için dekapanın ergidiğine baktınız mı?		
20. Dekapan ergiyince hemen sert lehim teli yeterli miktarda verdiniz mi?		
21. Lehimlemeden sonra ıslak bezle dekapan artıkları temizlediniz mi?		
22. Lehimlemeden sonra lehim yerine tel fırça ile temizlediniz mi?		
23. Kalorifer tesisatının sızdırmazlık testini test pompasıyla yaptınız mı?		
24. Yalıtım yapılacak borunun çevresine Kauçuk köpüğü boru yerleştirilir ve yarık boyunca kenarlara yapıştırıcı sürdünüz mü?		
25. Kauçuk köpüğü boruların bitiminde diğer boru ile birleşmesi için uç yüzeylerine yapıştırıcı sürdünüz mü?		
26. Kauçuk köpüğü boru 45 derece açı ile kestiniz mi?		
27. İki parça birbirine yapıştırdınız mı?		
28. Hazırlanan dirsek yarık yerinden açılarak uygulanacak dirseğe geçirilir. Ek yerleri yapıştırıcı sürülerek yapıştırdınız mı?		
29. Daha küçük çaplardaki branşmanlar için keskin kenarlı bir metal boru yardımı ile yarık hat üzerine delik açtınız mı?		

30. Bu kesim işlemleri eğimli kısım delik çevresine tam oturacak biçimde yaptınız mı?		
31. Ek yerleri yapıştırıcı sürülerek birleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME: Kontrol listesindeki her “Hayır” cevabı ilgili konuyu tekrar gözden geçirmeniz gerektiği anlamına gelir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Yapılacak havşalar eğri ve çatlak olmamalıdır.
2. () Rakoru sıkınca havşa kendiliğinden oluşur.
3. () Havşalı birleştirme pratik birleştirmedir.
4. () Havşa makinesi ile rayba yapılır.
5. () Havşalı ve rakorlu birleştirmelerde açığağz anahtarlar kullanılır.
6. () Bükme yayı ile küçük çaplı ve et kalınlığı ince olan borular bükülür.
7. () Havşalı ve rakorlu borularda birleştirmelerde boru temizliği önemli değildir.
8. () Havşa makinesinin kolu hızlıca çevrilmelidir.
9. () Havşa mengenesine bakır boru sabitlenir.
10. () Mengenede sabitlenen bakır borular ezilmemelidir.
11. () İzolasyon sonucunda borular terler
12. () İzolasyon, boruları ısıtmak içindir.
13. () Azot gazı kaynağı bozar.
14. () Havşa makinesi ile yalnız havşa açılır.
15. () Borular azotla test yapılır.
16. () Borular oksijen gazı test yapılır.
17. () Bakır ve alüminyum boruların izolasyonunda poliüretan malzemeler tercih edilir.
18. () Gaz tesisatının basınç testinde hidrometre kullanılır.
19. () Havşa mengenesine bakır boru sabitlenir.
20. () Borular giriş ve kolonlardan geçirilmemelidir.

MODÜL DEĞERLENDİRME

AÇIKLAMA

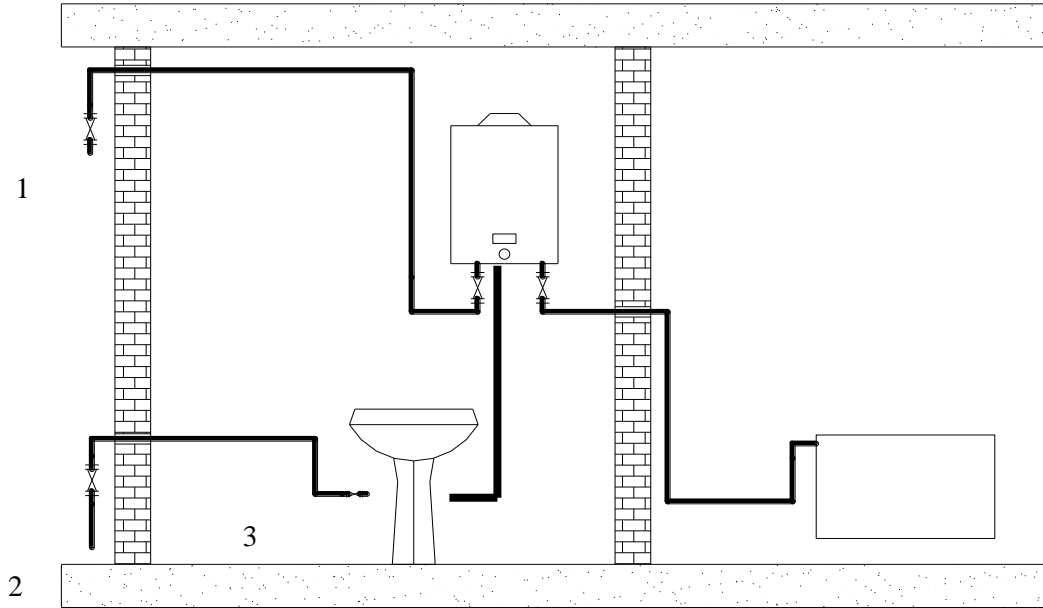
Aşağıda verilen resmin gerçek yaşamda olduğunu düşününüz. Tesisatta uyulması gereken kurallara dikkat ederek, ölçülendirilmesi gereken noktaları ölçülendirerek uygulamasını yapınız. Ölçülendirilmede verilmesi gereken ölçüleri vermede serbestsiniz.

1 Numaralı tesisatı sıva üstü doğal gaz tesisatı olarak düşününüz. Tesisata sert lehim birleştirme yöntemi uygulamasını yapınız.

2 Numaralı tesisatı sıva altı soğuk su tesisatı olarak düşününüz. Tesisata yumuşak lehim birleştirme yöntemi uygulamasını yapınız.

3 Numaralı tesisatı sıva üstü kalorifer tesisatı olarak düşününüz. Tesisata presli birleştirme yöntemi uygulamasını yapınız.

4 Numaralı tesisatı sıva üstü sıcak su tesisatı olarak düşününüz. Tesisatı havşalı birleştirme yöntemi uygulayınız. İzolasyonunu yapınız.



**Şekil5.2 1 numaralı tesisat sıva üstü doğalgaz tesisatı
2 numaralı tesisat sıva altı soğuk su tesisatı
3 numaralı tesisat sıva üstü kalorifer tesisatı**

MODÜL DEĞERLENDİRME LİSTESİ-1

UYGULAMA FAALİYETİ: 2.numaralı tesisatı, sıva altı soğuk su tesisatı olarak düşününüz. Tesisata yumuşak lehimle birleştirme yöntemi uygulayarak döşeyiniz.		
AMAÇ: Elektrikli lehim makinesi ve oksî-gaz pürmüz kullanarak bakır boruları tekniğine uygun olarak yumuşak lehimle birleştirme yöntemi uygulayarak döşeyebileceksiniz.		
AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.		
Gözlenecek Davranışlar	Evete	Hayır
➤ Aşağıdaki hazırlık çalışmalarını yaptınız mı?		
• Yeterli miktarda bakır boru temin ettiniz mi?		
• Yeterli miktarda bakır fittings temin ettiniz mi?		
• Boru bükme makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
• Boru kesme bıçağını kontrol ettiniz mi?		
• Raybayı kontrol ettiniz mi?		
• Fittings iç yüzeyi fırçasını ve boru dış yüzeyi fırçasını kontrol ettiniz mi?		
• Yumuşak lehim dekapanı temin ettiniz mi?		
• Dekapan fırçasını temin ettiniz mi?		
• Yumuşak lehim teli temin ettiniz mi?		
• Elektrik lehim makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
• Islak bez, eldiven ve tel fırça temin ettiniz mi?		
• Duvar kanal açma makinesini kontrol ettiniz mi?		
• Karot, matkap ve uçlarını temin ettiniz mi?		
• Tornavida, şerit metre temin ettiniz mi?		
• Su terazisi temin ettiniz mi?		
• Test pompasını kontrol ettiniz mi?		
➤ Bakır boru geçiş yerlerini gerekli eğitim vererek markaladınız mı?		

➤ Markalanan yerleri kanal açma makinesiyle boru çapına uygun kanal açtınız mı?		
➤ Bakır borunun çapına uygun ucu karoda takarak duvar geçişlerinde delme yaptınız mı?		
➤ Plana uygun ölçüde boru kesme makasıyla bakır boru kestiniz mi?		
➤ Kesilen boruların iç ve dış çapaklarını raybayla aldınız mı?		
➤ Boru ve fittingsleri geçici olarak yerlerine taktınız mı?		
➤ Lehim yapılacak boru dış yüzeyleri, dış yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
➤ Fittingsleri iç yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
➤ Boruyu özel fırça ile yumuşak lehim dekapanı yeterli miktarda sürdünüz mü?		
➤ Fittings lehimlemek üzere boruya taktınız mı?		
➤ Elektrikli lehim makinesiyle uygun akım kademesini seçerek lehimleme sıcaklığına kadar boruyu delmeden ısıttınız mı?		
➤ Lehimle sıcaklığına geldiğini anlamak için dekapanın ergidiğine baktınız mı?		
➤ Dekapan eriyince hemen yumuşak lehim teli yeterli miktarda verdiniz mi?		
➤ Lehimlemeden sonra ıslak bezle dekapan artıklarını temizlediniz mi?		
➤ Lehimlemeden sonra lehim yerine tel fırça ile temizlediniz mi?		
➤ Tesisatın sızdırmazlık testini test pompasıyla yaptınız mı?		
➤ Tesisat sıva altı ise bakır kancalarla tespit ettiniz mi?		
➤ Hazırlık çalışmalarını yaptınız mı?		
• Yeterli miktarda bakır boru temin ettiniz mi?		
• Yeterli miktarda bakır fittings temin ettiniz mi?		
• Boru bükme makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
• Boru kesme bıçağını kontrol ettiniz mi?		
• Ray bayı kontrol ettiniz mi?		
• Fittings iç yüzeyi fırçasını ve boru dış yüzeyi fırçasını kontrol ettiniz mi?		

• Sert lehim dekapanı temin ettiniz mi?		
• Dekapan fırçasını kontrol ettiniz mi?		
• Sert lehim teli temin ettiniz mi?		
• Alev koruyucu bez temin ettiniz mi?		
• Oksi-gaz pürmüzünü kontrol ettiniz mi?		
• Islak bez ve tel fırça temin ettiniz mi?		
• Karot, matkap ve uçlarını temin ettiniz mi?		
• Bakır kelepçe, dübel, vida temin ettiniz mi?		
• Tornavida, şerit metre, su terazisi temin ettiniz mi?		
• Test pompasını kontrol ettiniz mi?		
➤ Bakır boru geçiş yerlerini gerekli eğitim vererek markaladınız mı?		
➤ Bakır borunun çapına uygun ucu karoda takarak duvar geçişlerinde delme yaptınız mı?		
➤ Markalanan yerlerde geçen bakır boruların kelepçe aralıklarını hesaplayarak bakır kelepçe tespit ettiniz mi?		
➤ Plana uygun ölçüde boru kesme makasıyla bakır boru kestiniz mi?		
➤ Kesilen boruların iç ve dış çapaklarını raybayla aldınız mı?		
➤ Boru ve fittingsleri geçici olarak yerlerine taktınız mı?		
➤ Lehim yapılacak boru dış yüzeyleri, dış yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
➤ Fittingsleri iç yüzeyi fırçasıyla temizlediniz mi?		
➤ Boruyu özel fırça ile sert lehim dekapanı yeterli miktarda sürdünüz mü?		
➤ Fittingsi lehimlemek üzere boruya taktınız mı?		
➤ Oksigaz pürmüzün alev ayarını yaptınız mı?		
➤ Oksi-gaz pürmüz aleviyle lehimleme sıcaklığına kadar ısıttınız mı?		
➤ Lehimle sıcaklığına geldiğini anlamak için dekapanın ergidiğine baktınız mı?		
➤ Dekapan eriyince hemen sert lehim teli yeterli miktarda verdiniz mi?		

➤ Lehimlemeden sonra ıslak bezle dekapan artıkları temizlediniz mi?		
➤ Lehimlemeden sonra lehim yerini tel fırça ile temizlediniz mi?		
➤ Tesisatın sızdırmazlık testini, U Manometreyle yaptınız mı?		
Aşağıdaki hazırlık çalışmalarını cevaplayınız.		
• Yeterli miktarda bakır boru temin ettiniz mi?		
• Yeterli miktarda bakır fittingsleri temin ettiniz mi?		
• Boru bükme makinesini çalışır durumda olduğunu kontrol ettiniz mi?		
• Boru kesme bıçağını kontrol ettiniz mi?		
• Raybayı kontrol ettiniz mi?		
• Matkap ve uçlarını kontrol ettiniz mi?		
• Duvar kanal açma makinesini kontrol ettiniz mi?		
• Bakır kelepçe, dübel, bakır kanca, vida temin ettiniz mi?		
• Tornavida, şerit metre, su terazisi temin ettiniz mi?		
• Elektrikli pres makinesini kontrol ettiniz mi?		
• Test pompasını kontrol ettiniz mi?		
• Bakır boru geçiş yerlerini gerekli eğim vererek markaladınız mı?		
• Markalama yerleri sıva üstü ise bakır borularda konulacak kelepçe aralıklarını hesapladınız mı?		
• Kelepçeleri tespit ettiniz mi?		
• Bakır borunun çapına uygun ucu karota takarak duvar geçişlerinde delme yaptınız mı?		
• Bakır boruyu tesisat projesine uygun ölçülerde kestiniz mi?		
• Kesilen boruların iç ve dış çapıklarını raybayla temizlediniz mi?		
• Fittingslerin O- ring contalarını kontrol ettiniz mi?		
• Kesilen borulara O-ring contalı fittingslerini tesisat projesine uygun şekilde takarak tesisatı döşediniz mi?		

• Tesisat sıva üstü ise boruları bakır kelepçe ile tespit ettiniz mi?		
• Elektrikli pres makinesiyle fittingsleri preslediniz mi?		
• Tesisata test pompasıyla sızdırmazlık testi yaptınız mı?		
• Bakır boruyu eksenine dik kesebildiniz mi?		
• Bakır boruyu uygun çapta ezilmeden sabitlediniz mi?		
• Bakır boruyu havşa ölçüsüne uygun sabitleyebildiniz mi?		
• Rakor parçasını bakır boruya taktınız mı?		
• Havşayı ölçüsünde yapabildiniz mi?		
• Havşayı kontrol ettiniz mi?		
• Bakır boruyu eksenine dik kesebildiniz mi?		
• Bakır boruyu uygun çapta ezilmeden sabitlediniz mi?		
• Yalıtım yapılacak borunun çevresine Kauçuk köpüğü boru yerleştirilir ve yarık boyunca kenarlara yapıştırıcı sürdünüz mü?		
• Kauçuk köpüğü boruların bitiminde diğer boru ile birleşmesi için uç yüzeylerine yapıştırıcı sürdünüz mü?		
• Kauçuk köpüğü boru 45 derece açı ile kestiniz mi?		
• İki parça birbirine yapıştırdınız mı?		
• Daha küçük çaplardaki branşmanlar için keskin kenarlı bir metal boru yardımı ile yarık hat üzerine delik açtınız mı?		
• Bu kesim işlemi eğimli kısım delik çevresine tam oturacak biçimde yaptınız mı?		
• Ek yerleri yapıştırıcı sürülerek birleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde kazandığınız davranışlarda işaretlediğiniz “EVET” ler kazandığınız becerileri ortaya koyuyor.”HAYIR” larınız için ilgili faaliyetleri tekrarlayınız.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Sert lehimleme
2	Dekapan
3	Bakır fosfor esası
4	Özel
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Rotasyonlu
2	Fittingsten
3	O- ring
4	Elektrikli
5	Altıgen sıkma
6	Çelik segman
7	D
8	D
9	D
10	B

ÖĞRENME FALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru
11	Yanlış
12	Yanlış
13	Yanlış
14	Doğru
15	Doğru
16	Yanlış
17	Doğru
18	Yanlış
19	Doğru
20	Doğru

KAYNAKÇA

- AKMAN Mustafa Ali, - Ahmet ÖZYAYLA, Doğalgaz Tesisatlarında Bakır Boru Uygulaması, Teknik Yayıncılık, Tanıtım A.Ş., İstanbul, 2000.
- 2. ANIK Selahattin, E. Sabri ANIK, Soru ve Yanıtlarıyla Kaynak Tekniği, Gönödođdu Matbaası, İstanbul, 1980.
- 3. DAĞSÖZ Alpin Kemal, Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı, Demirdöküm, İstanbul, 1998.
- 4. EROL Timur. Tesisat Mühendisliđi Dergisi, MMO Yayınları, İstanbul, Ocak, 1994.
- 5. İGDAŞ, Doğalgaz İç Tesisat Yönetmeliđi ve Teknik Şartnamesi, Marmara Reklam Pazarlama Ltd. Şti., İstanbul 2000.
- 6. İGDAŞ, Doğalgaz İç Tesisat Uygulamalarında Proje Hazırlama Esasları, Yayın No:9, Teknik Yayıncılık, Tanıtım AŞ, İstanbul, 2000.
- 7.KÜÇÜKÇALI Rüknettin, Sıhhi Tesisat Isısan Çalışmaları, No: 147, İstanbul, 1997.
- 8. Makine Mühendisleri Odası. Gaz Tesisatı Proje Hazırlama Esasları Yayın No:133, MMO Yayınları, İstanbul 1990
- 9. Makine Mühendisleri Odası. Şemalarla Bina İçi Doğalgaz Tesisatı Yayın No:145, MMO, İstanbul 1992
- 10. OĞUZ, Burhan. Sert Lehimleme, İsis Yayıncılık, İstanbul, 1988.
- 11. BALKAN Fevzi Atölye İş İşlem Yaprakları
- 12. ÖZTÜRK Sami, Doğalgaz Uygulamaları, Sistem Ofset, Ankara, 1991.
- 13.Pesen firmasının dokümanları.
- 14.RAISS, W.-Çeviren Uđur KÖKTÜRK, Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme Tekniği, Kutulmuş Matbaası, İstanbul 1973
- 15.Rothenberger firmasının dokümanları
- 16.Rems firmasının dokümanları
- 17. SIDAL Cavit, Ethem Sait ÖZ, Yapıda Sıhhi Tesisat, Emel Matbaacılık, Ankara 1984
- 18. TÜLBENTÇİ, Kutsal – Erdiñç KULAÇ, Gaz Ergitme Kaynağı ve Oksijen İle Kesme, Yayın NO: 2001/252, MMO Yayınları, Ankara, 2001.
- 19. Tunç Metal Firmasının Dokümanları
- 20. VİEGA Firmasının Dokümanları
- YILDIRIM Kenan, Sıhhi Tesisat Bölümü Meslek Teknolojisi III, Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- İzocam katalog ve dokümanları
- Doç. Dr. Murat VURAL MAK 351 “Kaynak ve Birleştirme Teknolojisi” ders notları.