

BAKIR BORUNUN TESİSATTA KULLANIMI*

**Bu yazı 27-28 Ocak 1994 tarihlerinde yapılan, ISSOS'94 fuarı çerçevesinde MMO İstanbul Şubesi'nin düzenlediği İstanbul Tesisat Kongresi'nde sunulan bildirden alınmıştır.*

Mak. Müh. TİMUR EROL

1993'te İzmir'de doğdu. Orta, Lise ve Üniversite eğitimini Robert Kolej'de 1966'da Makina Mühendisi olarak tamamladı. 1966-1968 Danimarka Teknik Üniversitesi'nde Soğutma ihtisası yaptı. Halen 1972'de kendisinin kurduğu, tesisat taahhüt ve ithalat faaliyetleri yapan, Titan Tesisat ve Ticaret firmasının yöneticisidir.

Çeşitli tesisatlarda bakır boru kullanımı esasen eskiden beri bilinen bir uygulama. Böyle bir konuyu yeniden gündeme getirmemizin sebebi, ülkemizde bu kullanımın, tüm dünyanın aksine son derece kısıtlı olması. Bunun başlıca nedenleri arasında, konu hakkında bilgi eksikliği yatıyor. Bu konuşmanın maksadı bu eksikliği bir nebze olsun gidermektir.

Önce bakır borunun ne gibi tesisatlarda ve ne özelliklerde kullanılması gerektiğine bir göz atalım. Bakır borunun başta Balı dünyası olmak üzere, bütün dünyada yaygın bir şekilde kullanıldığı alanlar şunlar:

- 1) İçme suyu tesisatı
- 2) Sıhhi tesisat-soğuk ve sıcak su
- 3) Isıtma tesisatı
- 4) Yerden ısıtma tesisatı
- 5) Soğuk su tesisatı-klima sistemlerinde ehiller suyu devresinde
- 6) Doğalgaz, şehirci vs.
- 7) Her türlü tıbbi gazlar
- 8) R-22 ve benzeri soğutucu akışkan devrelerinde
- 9) LPG, yağ, yakıt, mazot, gaz vs. tesisatlarında

BAKIR BORULARIN FİZİKİ VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ
DIN 1786' ya göre tesisatlarda kullanılan borular için

Bakır Boru Ölçüsü Q (Dış çap) x Et kalınlığı d x s (mm)	Bakır Ağırlığı kg/m)	Çalışma Basıncı* 100°C'da (bar)	Boru içindeki su miktarı (l/m)	Beher litre su için boru metraji (m/l)	Ticari olarak satılış şekli
6.0 x 1.0	0.140	229	0.013	79.30	Kangal şeklinde 25 veya 50 m. uzunlukta veya Sert, 5 m uzun- lukta düz boy olarak
8.0 x 1.0	0.196	163	0.028	35.30	
10.0 x 1.0	0.252	127	0.050	19.90	
12.0 x 1.0	0.308	104	0.079	12.74	
15.0 x 1.0	0.391	82	0.133	7.53	
18.0 x 1.0	0.475	67	0.201	5.0	
22.0 x 1.0	0.587	54	0.314	3.19	
28.0 x 1.5	1.110	65	0.491	2.04	Sert düz boy olarak 5 m. uzunlukta
35.0 x 1.5	1.410	51	0.804	1.24	
42.0 x 1.5	1.700	42	1.195	0.84	
54.0 x 2.0	2.910	44	1.963	0.51	
64.0 x 2.0	3.467	37	2.827	0.35	
76.1 x 2.0	4.144	31	4.083	0.24	
88.9 x 2.0	4.859	26	5.661	0.18	
108.0 x 2.5	7.374	27	8.332	0.12	
133.0 x 3.0	10.904	26	12.668	0.08	
159.0 x 3.0	13.085	22	18.385	0.05	
219.0 x 3.0	18.118	16	35.633	0.03	
267.0 x 3.0	22.144	13	53.502	0.02	

* Azami çalışma basıncı, yumuşak bakır boru için ve $R=200 \text{ N/mm}^2$ ve emniyet katsayısı 3.5 olarak hesaplanmak suretiyle verilmiştir.

Yaygın uygulamaları nedeni ile burada bilhassa üzerinde durmak istediğim ise içme suyu-sihhi tesisatta ve doğalgazda bakır boru kullanımı. Artık bütün dünyanın metrik sistemi kabul etmiş olması ve ülkemizin, ortak pazara ve Avrupa ülkelerine yakınlığı nedeni ile de, metrik boru ve DIN normlarını misal vermek istiyorum. Gaz ve su tesisatlarında kullanılan borular en az %99.90 saf bakırdan imal edilir. Bu boruların fiziksel özellikleri şöyledir: Tablo 1.

Birleştirme şekli	Yumuşak ve sert lehim için Tipik örnekler ^{1,2,3}	Çalışma Sıcaklığı azami °C	Boru çaplarına göre çalışma basıncı -(bar) olarak		
			6-28 mm	35-54 mm	64-108 mm
Yumuşak Lehim	I Kurşun /Kalay L-Sn 50 Pb-Art. No 4930	30	16	16	10
		65	10	10	6
		110	6	6	4
	II Kalay/Gümüş veya Kalay/Bakır L-SnAg5 - Art. No. 4934 L-SnCu3 - Art.No.4933 L-SnSb5 -Art.No. 4935	30	40	25	16
		65	25	16	16
		110	16	10	10
Sert Lehim	III Gümüş (Kadmium ilavesiz) L-Ag45Sn - Art. No. 4937	30	40	25	16
		65	25	16	16
	V Bakır/Fosfor L-Ag2P-Art.No.4936 L-CuP6 - Art. No.4939	110	16	10	10

Bu borularla birlikte kullanılan bakır fittings malzemeleri DIN 2856 normunda olmalıdır. Bronz fittings malzemeleri ise DIN 2950 'ye göre olmalıdır. Bu normlardaki kalite vs. unsurların en önemlilerinden biri de ölçü ve tolerans'dır.

Bilindiği gibi bakır boru ve fittings malzemeleri birbirlerine yumuşak veya sert lehim ile birleştirilir. Bu konunun üzerinde biraz duracağız. Önce, tam olarak yumuşak ve sert lehim'in ne olduğunu ve bakır boru sistemlerinde ne şekilde ve hangi uygulamalarda kullanıldığını görelim. Bilindiği gibi lehim tekniğinin esası, kapiler güçle lehimin iki cidar arasını doldurması ve her iki cidara da bir anlamda yapışmasıdır. Bu kapiler gücün sağlanması ise, iki cidar arasındaki boşluğun (toleransın) istenilen düzeyde olmasına bağlıdır. Bu nedenlerle bakır boru sistemlerinde, gerek borunun, gerekse fittings malzemelerinin ölçülerinin standart ve norm olması son derece önemlidir.

Bakır boru tesisatlarında yumuşak ve sert lehimin hangi uygulamalarda ve ne şekilde kullanılacağına da bir bakalım. Burada dikkat edilmesi gereken çok önemli bir husus, özellikle içme suyu ve sıhhi tesisatta kullanılacak lehimlerin, ağır metaller ihtiva etmeyen içme suyuna uygun lehimler olmasıdır.

Diğer önemli bir konu da, özellikle içme suyu ve sıhhi tesisatta, yumuşak lehimin tercih edilmesi, bilhassa 28 mm çapa kadar olan borularda yumuşak lehim kullanılmalıdır.

Lehim Metodu	Lehim Sıcaklığı °C	Lehim aletleri	Uygulama		
			İçme suyu tesisatı Soğuk ve sıcak su tesisatı	110°C üstünde sıcak su tesisatı ısıtma tesisatı	Doğalgaz ve LPG, likit gaz tesisatları
Sert Lehim	450°C üstünde	Asetilen - oksijen Propan- -oksijen uygun şalamo ile	Uygundur	Uygundur	Uygundur
Yumuşak Lehim	450°C altında	Propan - hava Asetilen - hava ve Elektrik ısıtıcı aparat ile	Uygundur	Uygun Değildir	Uygun Değildir

[bakınız: 42](#)

Bakır borulara su verildikten bir müddet sonra, borunun iç yüzeyi, yeşil renkte bir bakır sülfat tabakası oluşturur. Bu tabakanın oluşması, borunun korozyona uğramaması açısından istenilen bir husustur. Yumuşak lehim, düşük ısılarda yapıldığı için (genellikle 230-250 °C civarında) boruda ısı nedeni ile yanma yapmaz ve bu tabaka mükemmelen oluşur. Sert lehimde ise bu tabakanın tam istenilen şekilde oluşmadığı görülür. Bu nedenle, yumuşak lehim tercih edilmelidir. Ayrıca yumuşak lehimin uygulaması da daha kolaydır.

Burada, yeri gelmişken bakır borunun son derece sağlıklı olduğu konusuna da değinmek istiyorum. Çünkü hala birçok insan bakır boru lafı edildiğinde acaba zehirler mi v.s. gibi anlamsız sözler söylemektedir.

Bakır, sadece belli bazı gıda maddelerinin ve yüksek ısının bir araya geldiği ortamlarda zehirleyici olabilmektedir ki bu durum ancak bakır kapla yemek pişirildiğinde ortaya çıkabilir. Bakır boru içinden su geçirdiğinizde ne bu gıda maddeleri ne de yüzlerce dereceye varan ısı söz konusu değildir. Dolayısı ile normal içme suyu tesisatı kullanımında bakırın zehirlenmesi söz konusu değildir. Tam tersine yapılan araştırmalar bakır boruların yerine göre camdan bile sağlıklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Bakır borularla ilgili ikinci ve yaygın bir kanaat, bakır boru tesisatının çok pahalıya mal olacağı görüşüdür. Bu da kesinlikle doğru değildir. Bakır pahalı bir metal ve dolayısıyla bakır boru metre bazında mukayese edildiğinde, galvaniz, demir ve plastik boruya göre daha pahalıdır. Ancak isterseniz konuya bütünü ile bakalım, ve eklenti parçaları, işçilik vs. giderleri de dahil ederek mukayese yapalım. Ben bunun için tipik bir ev banyo bölümünü aldım. Ülkemizde pek yaygın olmadığı için bideyi dahil etmedik. Lavabo, kendinden rezervuarlı klozet, banyo küveti, şofbeni ve soğuk sıcak çamaşır makinası bağlantısı olan bir banyoyu alalım ve bakır boru, galvaniz boru ve plastik boru ile tesisat maliyetini hesaplayalım. Şimdi bu banyoyu ve mukayeseli maliyetini görelim.

Galvanizli boruda:

Çap	Metraj
1".....	1.8 m
3/4".....	7.0 m
1/2".....	7.2 m.

Plastik boruda

Çap	Metraj
Ø 32.....	1.8 m.
Ø 25.....	7.0 m.
Ø 20.....	7.2 m.

Bakır boruda

Çap	Metraj
Ø 20.....	1.8 m.
Ø 18.....	7.0 m.
Ø 15.....	6.0 m.
Ø 12.....	0.6 m.

Her üç sistem için gerekli olan fittings malzemeleri ve yardımcı malzemeleri de hesaplayarak, işçilik hariç çıkan sonuç şöyledir.

<u>Başlık</u>	<u>Galvaniz</u>	<u>Plastik</u>	<u>Bakır</u>
Boru tutarı	270.600	362.800	514.800
Fittings tutarı	669.200	580.300	397.400
Yard. mal. (kaynak, elk, dahil)	40.000	15.000	40.000
Toplam	979.800	958.100	952.200

Bu hesaplar, firmaların Ocak 1994 liste fiyatlarından yola çıkılarak yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuç, her üç sistemde malzeme maliyetinin birbirlerine son derece yakın oluşudur. Buna ilave olarak, şunu da söyleyebiliriz. Bakır boru uygulaması, daha hızlı ve işçiliği daha düşüktür. Sonuç olarak, alternatif sistemlere olan üstünlükleri bir yana, maliyeti hemen hemen aynıdır.

Bakır boru sistemleri ile ilgili olarak, bir hususa daha değinmek istiyorum. Bilindiği gibi bakır boruların iç yüzeyleri son derece pürüzsüz ve kaygandır. Bu nedenle, bu borularda basınç kayıpları diğerlerine nazaran daha azdır. Çeşitli borulardaki "k" değerleri şöyledir.

<u>Boru cinsi</u>	<u>"k" Değeri mm.</u>
Bakır boru	0.0015
Plastik boru	0.007
Galvanizli boru	0.15
Duktil boru	0.1

Son olarak, bakır boruların içme suyu, sıhhi tesisat ve doğalgaz tesisatı kullanımında çap seçimleri için gerekli tabloları vermek istiyorum. Bu abaklarla, istenilen akış hızı ve basınç kaybı değerlerine göre uygun boru çaplarının seçimi yapılabilir.

Sonuç olarak, bakır boru,

- * hemen hemen hudutsuz ömrü
- * sağlıklı oluşu
- * uygulama kolaylığı

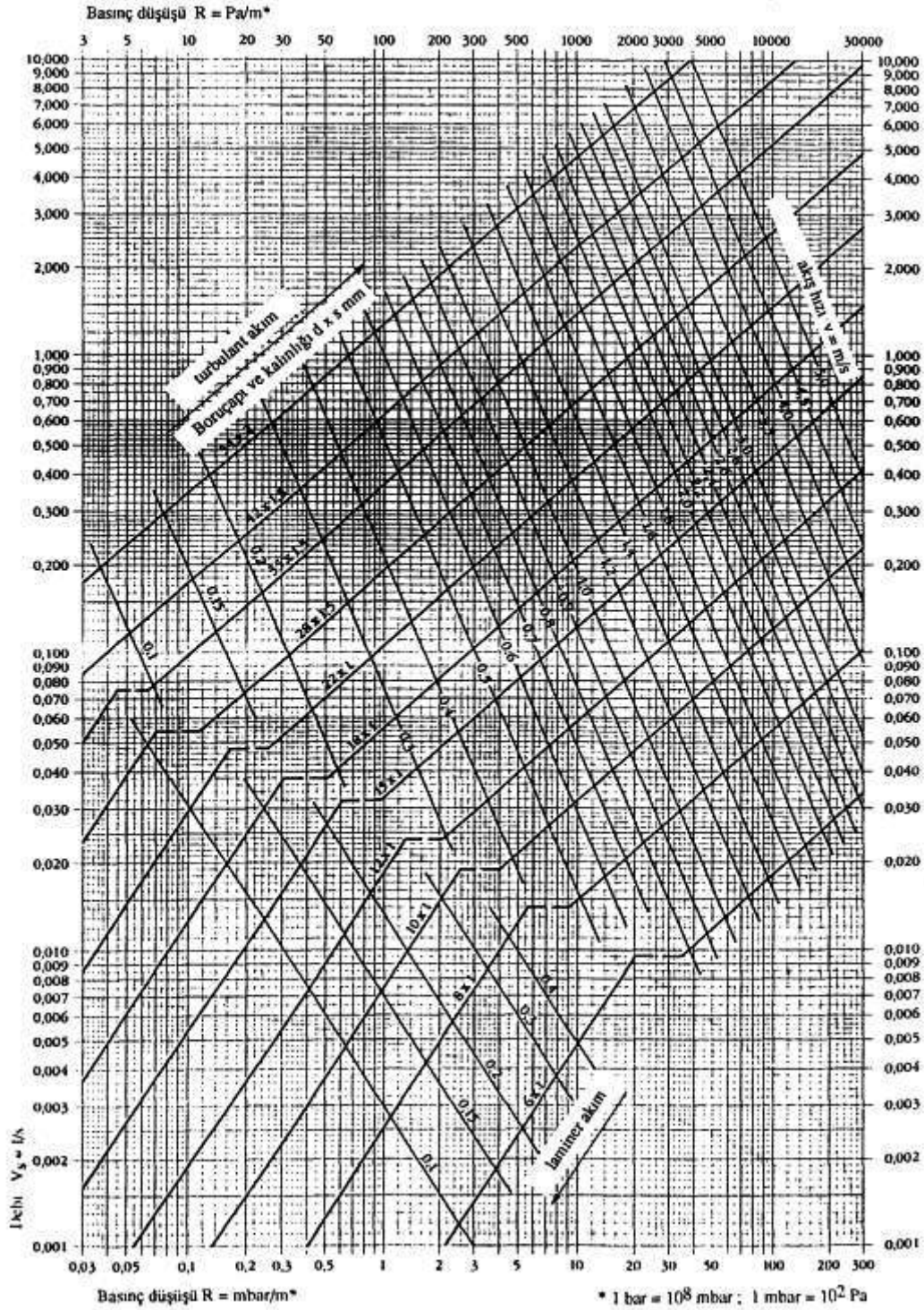
* dış çapının küçüklüğü ile az yer işgal etmesi ve bütün bu niteliklerine ilave olarak ekonomik olması nedeni ile tesisatlarda kullanılması son derece uygun bir malzemedir.

Referanslar

- 1) SANHA-Technische Informationen Kupfer-und Rotgussfittings
- 2) WIELAND- WICU-Abeitsbrochure Teil I
- 3) WIELAND- WICU-Abeitsbrochure Teil II
- 4) DKI- Die fachgerechte Kupferrohr-Installation
- 5) Dr. H. Sick-Die Wirkung von Kupfer auf Mikroorganismen im Trinkwasser
- 6) SBZ Verbindungstechnik und Korrosion-Kupferrohre im Sanitarbereich

[bakınız: 43](#)

Bölüm A Resim: 1.1 Soğuk İçmesuyu: 10°C
Bakır boru çapına göre Basınç düşüşü diyagramı
Borular DIN 1786'ya göre 6 x 1 den 54 x 2 mm'ye kadar.



[bakınız: 37](#)

Bölüm A Resim: 3.2 Gazlar 2. Grup (Doğalgaz dahil)
Bakır boru çapına göre Basınç düşüşü diyagramı
Borular DIN 1786'ya göre 12 x 1 den 54 x 2 mm'ye kadar

