

Isıtıcılar Boru Seçimi ve Pompalar

Hacimlerin tek tek ısı kayıpları hesaplandıktan sonra, ısıtma sistemi seçilir ve ısıtıcı cihazlar ile kullanılacağı yerler belirlenir. Bu kısımda boru, ısıtma sistemi, ısıtıcı cihaz tipleri ve seçimlerine yer verilecektir.

Boru tipleri şunlardır:

Düz Boru

Kanatlı Boru(Dilimli imal edilir, 30 dilime kadar önerilir. 4 bar(buharda 2 bar) birbirlerine alt ve üstten çelik nipeller ile bağlanır. Korozyona dayanıklı, uzun ömürlü ama ağırdırlar ve pahalıdırlar. Isı ataletleri fazladır, geç ısınır geç soğurlar, sürekli işletme için uygundurlar.)

Çelik Radyatörler(Hafif, ucuz fakat korozyona dayanıklı değil)

Panel Radyatörler(Çelik sac plakalara preste şekil verilir, dekoratif, ince, ucuz ve verimli, çabuk ısınır çabuk soğur, kesintili işletmede uygundurlar)

Fansız Konvektörler

Fanlı Konvektörler(fan-coil)

Döşeme(yerden ısıtma), duvar ve tavan içine yerleştirilmiş(pasif ısıtma) borular günümüzde ısıtıcı cihazlar olarak kullanılırlar.

Isıtıcı cihazlar buldukları hacimlere taşınım(doğal, zorlanmış), ışınlama ile ısı verirler.

$$q_{ısıtıcı} = (h_{taşınım} + h_{ışınım})A_{yüzey}(\bar{T}_{yüzey} - T_{ortam})$$

$$h_{ısıtıcı} = h_{taşınım} + h_{ışınım}$$

Sürekli rejimde;

Sıcak su ile çalışan ısıtıcının verdiği ısı suyun ısıtıcı içinde soğurken verdiği ısıya eşittir.

$$\dot{q}_{\text{ısıtıcı}} = \dot{m}c_p(T_g - T_ç)$$

Buhar ile çalışan ısıtıcılarda ise buharın yoğuşurken verdiği ısıya eşittir.

$$\dot{q}_{\text{ısıtıcı}} = \dot{m}h_{fg}$$

\dot{m} : yoğuşan buhar debisi $\left(\frac{kg}{s}\right)$

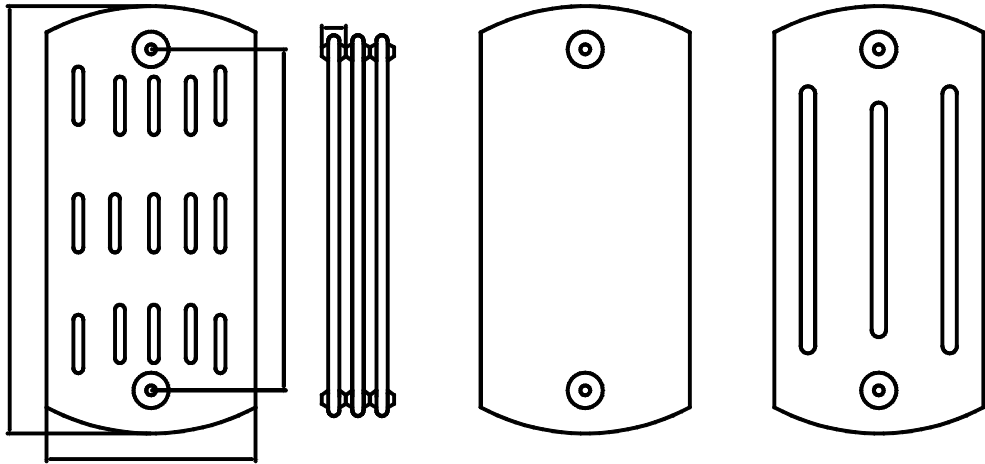
h_{fg} : yoğuşan buharın gizli ısı $(h_g - h_f)$

Not: Basit geometriler dışında $h_{\text{ısıtıcı}}$ hesabı çok karmaşık olduğu için deneysel olarak belirlenir.

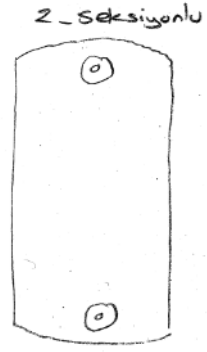
1.1. Radyatörler:

Döküm Radyatörler: TS 369 ısı kapasiteleri belirlenmiştir.

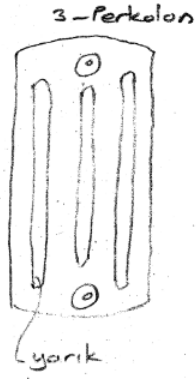
1-Kolonlu



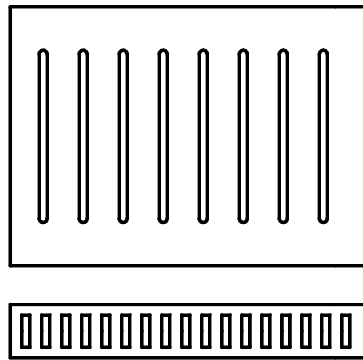
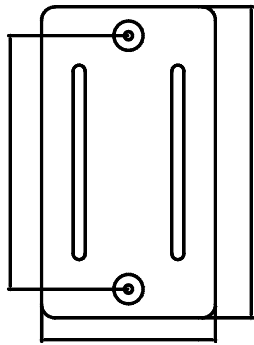
2-Seksiyonlu



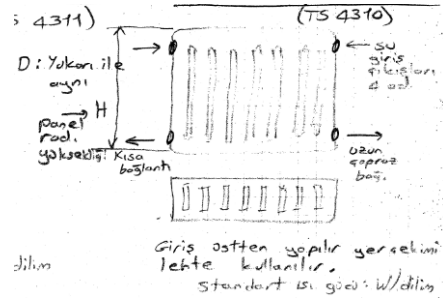
3-Perkolan



Dilimli Çelik Radyatörler:

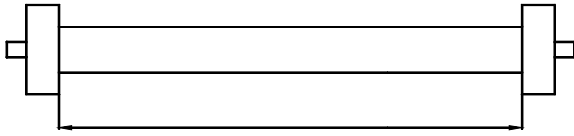


Levha Tipi(Panel Radyatörler) Çelik Radyatörler:

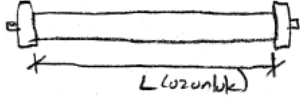


Panel Radyatör Tipleri

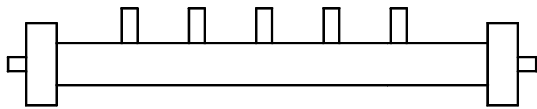
1) Panel(P)



1) Panel (P) (1.0)



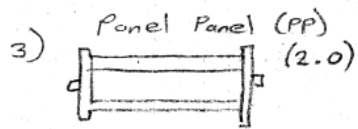
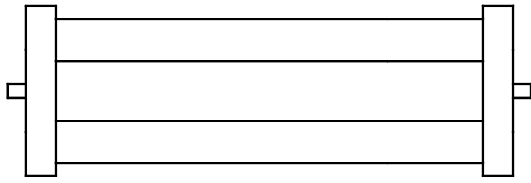
2) Panel Kanat(PK)



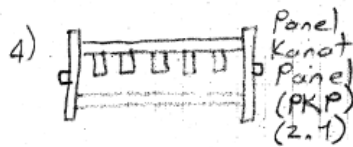
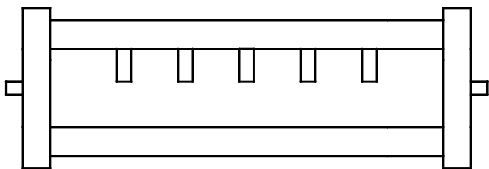
2) Panel Kanat (PK) (1.1)

Standard ısı gücü: W/m²

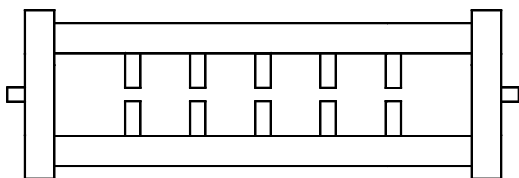
3) Panel Panel(PP)



4) Panel Kanat Panel(PKP)

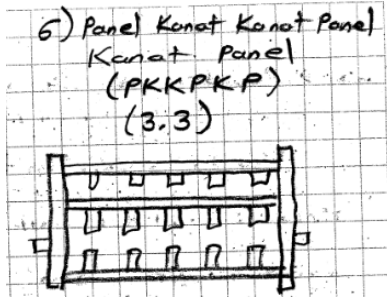
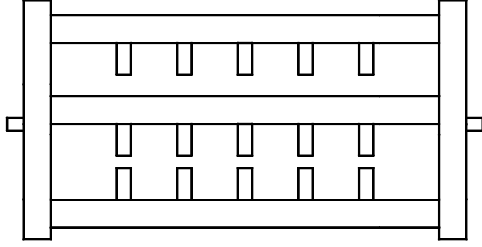


5) Panel Kanat Kanat Panel(PKKP)





6) Panel Kanat Kanat Panel Kanat Panel(PKKPKP)



Alüminyum Radyatörler:

Döküm(dilimli) veya ekstrüze olmak üzere 2 şekilde imal edilir. Kolay şekillendirilebilir olduğundan çeşitli konstrüksiyonlarda bulunabilir. Havluluk tipinde, düz plaka tipinde vb. olabilirler. Çelik panel radyatörlerden daha verimli, hafif ancak pahalıdır.

1.2. Isıtıcının Seçimi

Dilimli radyatörler farklı iç ortam sıcaklıkları için A,B,C,D boyutlarına ve kapasitelerine göre firma kataloglarından veya ilgili TS kataloglarından seçilir ve her mahal için dilim adedi bulunur.

Sonuç kesirli çıkarsa 0,5'den yukarı değerler için 1 dilim fazla alınır.

Dilimlerin birleştirilmesiyle bir grup radyatör oluşturulur. Bir radyatörde dilim sayısı 30'u geçmemeli, geçerse 2 grup radyatör yapılmalı veya tek grupta giriş-çıkışlar çapraz bağlanmalıdır.

2 dilimden az çıkan mahallere radyatör koyulmayıp, o mahalin ısı yükü komşu mahallere eklenmelidir.

Panel radyatörler farklı iç sıcaklıklar ve tipler(PK, PKKP vb.) ve radyatör yüksekliği(H) değerlerine göre TS katalogları veya firma kataloglarından seçilir ve her mahal için gerekli uzunluk bulunur.

Not: Uzunluk değerleri firma kataloglarında minimum ve maksimum olarak sınırlandırılmış olup, 10cm aralıklarla imal edilir.

$$\text{Panel Radyatör Uzunluğu} = \frac{\text{Mahal Isı Kaybı}(W)}{1m \text{ panel rad. ısı kapasitesi}(W/m)}$$

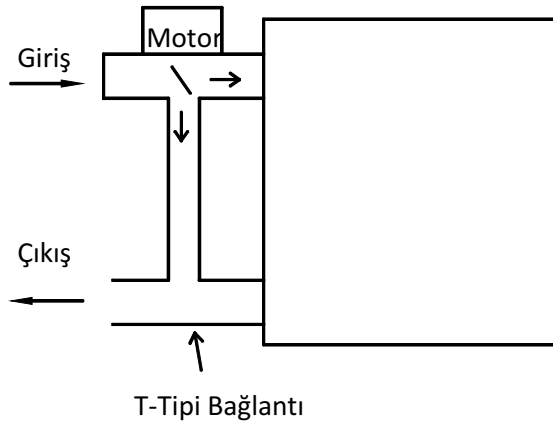
Sonuç kesirli çıkarsa her zaman bir üste tamamlanır çünkü 10cm aralıklarla uzunluğu olan panel radyatörler bulunabilir. Uzunluğu 1m'den uzun radyatörlerin bağlantılarının çapraz yapılması önerilir.

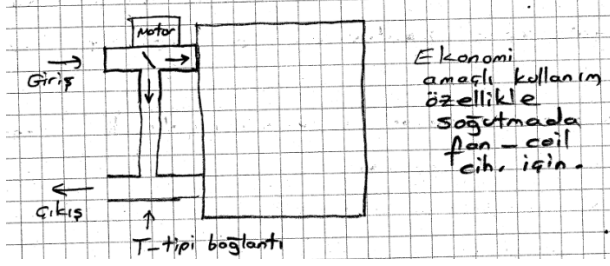
Radyatör Vanaları:

a) Standart Vana: Sadece elle açılır kapanır vanalardır.

b) Termostatik Vana: Ayarlanan sıcaklıkta açılır ve kapanır.

c) 3 Yollu Vana: Ayrı bir termostat ile vana motoru oransal kontrol edilir. Isıtıcı akışkan radyatöre girmeden dönüşe yönlendirilir.





d) 2 Yollu Vana: Ayrı bir termostat ile vana motoru kontrol edilir(aç-kapa kontrol)

Radyatör Seçiminde ve Yerleşiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Yüksek tavanlı yapılarda, merdiven boşluklarında ve dubleks yapıların dikey bağlantı boşluklarında ışınlım oranı fazla, derinliği az(ince) ve yüksekliği fazla Ridem tipi döküm veya panel radyatörler kullanılmalıdır.

Alüminyum radyatörler konvektör gibi çalışır ışınlım oranı az olduğu için uygun değildir.

Radyatörlerin koyulacağı duvarlar yalıtılmış olmalı, radyatör yerden 10cm, duvardan 4cm açıklıkta monte edilmelidir.

Radyatörün niş ile dekoratif kapanması %5 ile %25 arası verim düşüklüğüne yol açmaktadır. Radyatör önüne koyulan perde, dolap, masa vb şeyler de ısının düzgün yayılmasını engellemektedir.

Radyatörler mümkünse pencere altlarına yayılarak yerleştirilmelidir. Mimarlar standart radyatör tiplerine göre pencere altına boşluk bırakmalıdır ve bu boşluğa ince radyatörler yerleştirilmelidir.

Duvarlara konulan radyatörlerden yüksekliği fazla olanlar seçilerek yer tasarrufu sağlanabilir.

Kombi kullanılan yerlerde çelik radyatör kullanılmalıdır çünkü elektro kimyasal çift oluşumu tesisata zarar vermektedir.

Banyo, çamaşırhane, vb. nemli yerlerde kanatlı boru ve konvektör kullanılmamalıdır.

Farklı su geçiş direncine sahip ısıtıcılar aynı devrede kullanılmamalıdır.(konvektör, döküm radyatör vb.)

Sistemde ayrı zon ve zon pompaları kullanılmalıdır. Dolaşımda dengeleme sıkıntısı nedeniyle düzensizlikler oluşmaktadır.

Radyatör Seçim Örneği

Mahal ısı kaybı: $\dot{q}_T = 5400W$

PKKP-500 için 22°C'de katalog değeri $\dot{q}_{radyatör} = 2032W/m$

Radyatör uzunluğu: $5400/2032=2,657m$

Radyatör imalatı 10cm aralıklarla olduğundan bir üst uzunluk 2,7m seçilir ya da 1,3m+1,4m gibi 2 adet radyatör seçilebilir.

PKKP-900 için 22°C'de katalog değeri $\dot{q}_{radyatör} = 3293W/m$

Radyatör uzunluğu: $5400/3293=1,639m$

Radyatör uzunluğu olarak 1,7m veya 2 adet 0,9+0,8m gibi seçilebilir.

1.3. Kazan, Brülör ve Baca Kesit Hesapları

Farklı tipte fosil yakıtları yakmak için değişik tipte brülör adı verilen yakıcı cihaza ve yanmanın gerçekleştiği ortam olan kazanlara ihtiyaç vardır.

Başlıca yakıtlar şunlardır; kömür, motorin, fuel-oil, sıvılaştırılmış petrol gazı(LPG), doğalgaz, sıvılaştırılmış doğalgaz(LNG)

Yakıtların seçiminde göz önüne alınması gereken özellikler şunlardır:

Elde edilebilirlik, güvenilirlik ve süreklilik, kullanım ve depolama kolaylığı, ekonomiklik, temizlik.

Yakıcı cihaz seçiminde dikkate alınacak özellikler ise şunlardır:

İşletim kolaylığı, kontrol kolaylığı, servis imkanları, fiyat, emniyet.

1.3.1. Kazan Hesabı

Genel Bilgi: Kazanlar malzemesine göre döküm ve çelik kazanlar, yakacak cinsine göre kömürlü, sıvı yakıtlı, gaz yakıtlı, şekillerine göre ie silindirik, yarım silindirik, borulu, karşı basınçlı dikdörtgen olarak ayrılırlar.

Sıvı ve doğalgaz kazanlarında kazan kapasitesi

$$Q_K = Q_H(1 + Z_R)$$

Q_K : Kazan kapasitesi(W)

Q_H : Tesisata yerleştirilen tüm ısıtıcıların ısı güçlerinin toplanması(W)

Z_R : Kazan ısı yükü artırım katsayısı

Z_R katsayısı 3 durum için tanımlanır.

1) Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, sıcak hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde(mahal içinde) bulunuyorsa bu değer 0,05 olur.

2) Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde(mahal içinde) bulunuyorsa bu değer 0,1 olur.

3) Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden veya kanallardan geçiyor ve kolonlar ise tesisat bacalarından(şaftlardan) geçiyorsa bu değer 0,15 olur.

Not: Q_K belirlendikten sonra firma kataloglarından bir üst kapasitedeki kazan seçilir.

Genellikle kömürlü tip kazanlarda olmak üzere bazen sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda da kazan kapasitesi kazan ısıtma yüzeyi kavramı olarak da tanımlanmaktadır.(TS 2165 Madde 1,25'e göre)

$$A_K = \frac{Q_K}{K_K} (1 + Z_R)$$

A_K : Kazan ısıtma yüzeyi(m²)

K_K : Kazanın birim ısıtma yüzeyine düşen ısı güç(W/m^2). Kömür yakan kazanlar için bu değer $7000W/m^2$, fuel oil yakan kazanlar için $9300 W/m^2$, gaz yakacak yakan kazanlar için $9300W/m^2$ dir.

Not: K_K değeri değişken ve modern kazanlarda farklı değerlerde olması sebebiyle kazan ısıtma yüzeyi yerine, üretici firmaların bağımsız kuruluşlara onaylattıkları(TSE) ısı kapasite değerlerinin kullanılması daha doğrudur.

1.3.2. Isı Değiştirici Isıtma Yüzeyi

Kalorifer tesisatı yapılan sistemde hazır sıcak bir akışkan varsa, bir ısı değiştirici ile ısıtıcıların ihtiyacı olan sıcak su sağlanabilir.

$$A_I = \frac{Q_h}{U\Delta T_m} (1 + Z_I)$$

A_K : Isı değiştiricisi ısıtma yüzeyi(m^2)

U : Isı değiştiricisi toplam ısı geçiş katsayısı(W/m^2-K)

ΔT_m : Isı değiştiricisi ortalama logaritmik sıcaklık farkı($^{\circ}C$)

Z_I : Isı değiştiricisi ısıtma yüzeyi kirlenme ve soğuma artımı katsayısı(0,25)

1.3.3. Yıllık Yakıt Sarfiyatı

$$B_Y = \frac{(3600)Q_K Z_g Z_y}{2H_u \eta_K}$$

B_Y : Yıllık yakıt miktarı($kg/yıl$ veya $m^3/yıl$)

Q_K : Kazanın ısı kapasitesi(kW)

Z_g : Günlük çalışma süresi($h/gün$)

Z_y : Yıllık çalışma süresi($gün/yıl$)

2: Dış sıcaklığın değişimini göz önüne alan faktör

H_u :Yakıtın alt sınır değeri(kj/kg veya kj/m³)

η_K : Kazanın ısı verimi(%)

Kazan verimleri için;

Doğalgaz %85-%92, Fuel-Oil %75-%80, Linyit Kömürü %60-%65, Kok ve Maden Kömürü %65-%70

Yakıtların alt ısı değerleri ise;

Linyit Kömürü 8370-23020kj/kg, Kok ve Maden Kömürü 25115kj/kg, Zonguldak Maden Kömürü 29300kj/kg, Fuel Oil 41860kj/kg, LPG 44300kj/kg, Doğalgaz 34535kj/m³

1.3.4. Yakıt Deposu Hesabı

Yakıt olarak kömür, sıvı yakıt(fuel-oil), LPG, LNG kullanıldığında yakıtın depolanması gerekir. Doğalgaz için depolama gereksinimi yoktur. Genel bir yaklaşım olarak depolama en az 20 günlük yakıt ihtiyacını karşılayacak büyüklükte olmalıdır.

$$B = \frac{(3600)Q_K Z_g Z_p}{H_u \eta_K}$$

B: Depolanacak yakıt miktarı(kg)(Belirli bir periyod için gün gibi)

Z_p : Depolanacak gün sayısı(gün)

Fuel-oil, LPG, LNG için yakıt tankı hacmi şu formül ile hesaplanır;

$$V = \frac{B}{\rho D}$$

V: Tank hacmi

B: Depolanacak yakıt miktarı

ρ : Depolanacak yakıt yoğunluğu(kg/m³)

D: Tank doluluk oranı(%)

Kömür için ise;

$$A_K = \frac{B}{\rho h}$$

A_K:Kömürlük alanı(m²)

B: Depolanacak yakıt miktarı

ρ: Kömür yoğunluğu(kg/m³)

h: Kömürlük yüksekliği(m)

Not: Atmosfere kapalı LPG tanklarında buhar hacmi için depo üstünde güvenlik amaçlı yer bırakılmalıdır.

1.3.5. **Brülörler**

Sıvı ve gaz yakıtlar brülör adı verilen yakıcılar ile yakılır. Brülörler kazan ısı kapasitesine uygun büyüklükte seçilmelidir.

$$Q_B = Q_K$$

Brülörler 3'e ayrılırlar;

Sıvı yakıt(fuel-oil) brülörleri: Buharlı ve basınçlı havalı, mekanik püskürtmeli, döner brülörler olmak üzere 3'e ayrılır.

Doğalgaz Brülörleri: Atmosferik tip, üflemeli tip olmak üzere 2'ye ayrılırlar.

Çift yakıtlı brülörler: Sıvı yakıt+doğalgaz yakan brülörlerdir.

1.3.6. Bacalar ve Baca Kesit Hesabı

Bacalar doğal çekişli ve zorlanmış çekişli olarak ikiye ayrılır. Baca kesit hesaplarında yakıt ve kazan tipinin önemi büyüktür. Hesaplamalar bir çok formülle ifade edinile bilinmektedir fakat formüllerin hesaplanması çok uzun olduğundan genelde diyagramlar kullanılmaktadır.

Bununla birlikte pratikte sık kullanılan bir amprik formül şu şekildedir;

$$F = K_F \frac{(0,86)Q_K}{\sqrt{H}}$$

F: Baca kesit alanı(cm²)

K_F: Yakıt türü katsayısı(Doğalgaz için 0,012 sıvı yakıt için 0,02 katı yakıt için 0,03 değerini alır)

H: Baca yüksekliği(m)

Q_K: Kazan Kapasitesi(W)

Not: Doğalgaz bacaları özellikle silindirik paslanmaz çelik sactan imal edilmelidir. Çünkü yanma gazları arasındaki su buharı tuğla tipi bacalarda dökülmelere sebep olabilmektedir.

$$\text{Baca çapı} = D_B = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \text{ (cm); } F \text{ (cm}^2\text{)}$$

Örnek 5.1: 300kW kapasitede doğalgaz kazanı olan 36m yükseklikteki binada yapılması gereken silindirik baca çapını belirleyiniz.

$$F = 0,012 \frac{(0,86)300000}{\sqrt{36}} = 516 \text{ cm}^2$$

$$D_B = \sqrt{\frac{4(516)}{\pi}} = 25,64 \text{ cm} \cong 26 \text{ cm}$$

1.4. Boru Tesisatı, Pompa ve Kapalı Genleşme Deposu Seçimleri

Isı kaybı hesabı tamamlandı, ısıtıcılar ve kazan seçimi yapıldıktan sonra kazan ile ısıtıcılar arasında irtibatı sağlayan boru tesisatının tasarımı yapılmalıdır. Öncelikle boru seçimi yapılır. Boru tipleri;

Çelik borular üçe ayrılırlar.

Dikişli borular: Vidalı ve vidasız olmak üzere ikiye ayrılır. Vidalılarda borunun et kalınlığı fazladır.

Dikişsiz borular: Yüksek basınca ve yüksek sıcaklığa dayanırlar. Vidalı ve vidasız olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Dikişli ve dikişsiz borular genelde kalorifer tesisatında kullanılırlar.

Galvanizli borular: Çelik borular galvanizleme ile korozyona dayanıklı hale gelirler. Genelde temiz su tesisatlarında kullanılırlar. Kalorifer tesisatında kullanımları önerilmez. Elektro galvaniz ve daldırma olmak üzere ikiye ayrılırlar. Elektro galvanizde yüzey pürüzlüdür fakat galvanizin ömrü kısadır. Daldırma tipte ise kaplama kalındır ve uzun ömürlüdür.

Bakır Borular: Korozyona dayanıklı, uzun ömürlü ve montajı kolay olan borulardır. Ancak pahalıdırlar. Genelde kat kaloriferi tesisatlarında ve küçük çaplı boruların kullanıldığı klima tesisatlarında kullanılırlar.

Plastik Borular: Ucuz ve montajı kolay olan borulardır. Yüksek sıcaklıkta(>80°C) deformasyon olmaktadır. Genelde temiz su ve pis su tesisatında kullanılırlar. Kullanma sıcak suyu tesisatında su sıcaklığı 65°C'den küçük olmalıdır. PVC, PP, PE olmak üzere üçe ayrılırlar. PVC boruların içinde kırılğandır. Pis su için kullanılırlar, yangında zehirli gaz çıkarırlar. PP ve PE borular temiz su için kullanılırlar. Yanma ürünleri zehirsizdirler. Kombi ve ısıtma tesisatları için folyo kaplı plastik borular üretilmiştir. 90/70°C'de kullanılabilirler. Normal PP boru yüksek sıcaklıklarda deforme olmaktadır bu sorunun çözümü sık kelepçe az da olsa bir çözümdür. Folyolu PP boru kullanılarak bu sorun çözülmektedir.

Not: Plastik boruların basınç dayanımları yaklaşık 3 bar ile sınırlıdır, uzamaları çelik borulardan 20 kat, bakır borulardan 10 kat fazladır.

Not: Plastik boruların döşeme altı ve duvar içlerinde kullanılması durumunda kolay değişimi sağlamak için kılıflı boru kullanılır.

1.4.1. Boruların Anma Boyutu

TS 3990'a göre anma boyutu "DN" ile adlandırılır. Kalorifer tesisatı için;

DN10	3/8"	DN 20	3/4"
DN 15	1/2"	DN 25	1"
DN 32	11/4"	DN 50	2"
DN 40	11/2"	DN 65	21/2"
DN 80	3"	DN 125	5"
DN 100	4"	DN 150	6"
DN 200	8"	DN 250	10"

Not: 1"=25,4mm=2,54cm

Not: DN harflerinden sonra gelen sayılar ölçülebilir bir değeri göstermez ve belirtilmedikçe hesaplama amacıyla kullanılmaz. DN ile eleman boyutu arasındaki ilişki verilmelidir. DN/OD(dış çap), DN/ID(iç çap) vb.

EK VI-1,2,3,4,5'de boru dış ve iç çap bilgileri verilmiştir.

Not: Plastik borular aynı çaptaki bakır ve çelik borulardan daha küçük iç çapa sahiptirler.

1.4.2. Borularda Uzama ve Önlemler

Kalorifer tesisatında sıcak su boruları işletme sıcaklıklarından dolayı uzarlar. Bu uzama, malzeme, montaj ve işletme sıcaklıkları arasındaki farka bağlıdır.

$$\Delta L=L_0\alpha(T_1-T_2)$$

ΔL :Uzama miktarı(m)

L_0 :Boru ilk boyu(m)

A:Uzama katsayısı(K^{-1})

ΔT : Borunun ilk ve son sıcaklıkları arasındaki fark

Çeşitli malzemeler için 0-100°C sıcaklık aralığında uzama katsayıları:

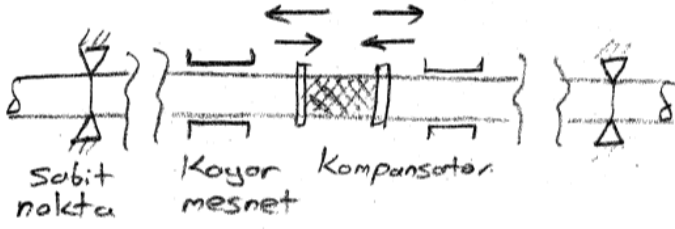
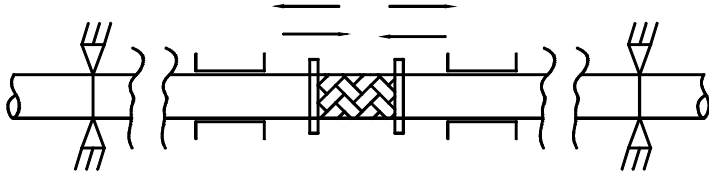
Malzeme	$\alpha(K^{-1})$
Çelik	$11,8*10^{-6}$
Alaşımlı Çelik	$9,5-16*10^{-6}$
Çelik Döküm	$14*10^{-6}$
Dökme Demir	$9-11,5*10^{-6}$
Bakır	$16,6*10^{-6}$
Alüminyum	$23,8*10^{-6}$
PVC sert	$8*10^{-6}$
PE sert	$150-200*10^{-6}$
PB	$130*10^{-6}$
PP	$150-160*10^{-6}$

Borularda sıcaklık değişimi, ağırlık, basınç değişimleri nedeniyle oluşan uzamalar sonucu oluşan deformasyonları önlemek amacıyla boruların tespiti önemlidir. Boru yerleşiminde kullanılan elemanlar şunlardır.

-Yatak, kelepçe, askı, mesnet vb. tesisat elemanları

-L, U, Z, Ω tip boru genişleme elemanları

-Körüklü tip kompensatörler(eksenel, yanal, açısız tipler)



Kompansatörler çap ve uzama miktarlarına göre kataloglardan seçilirler.

1.4.3. Borularda Isı Yalıtımı

Isıtılmayan hacimlerden geçen (şaftlar, kanallar, bodrum, çatı arası vb.) sıcak su boruları yalıtılmalıdır. Yalıtım için genelde en ucuz yalıtım malzemesi olan cam yünü kullanılır. Buna göre en az yalıtım kalınlıkları;

Anma Çapı	Yalıtım Kalınlığı(mm)
20	20
22	30
35	50
40	Anma çapı kalınlığı kadar
100	Anma çapı kalınlığı kadar
>100	100