

Merkezi Sıcak Su ve Sirkülasyon Tesisatı

Kazım Kızılca, Mak. Müh.
TTMD Üyesi

ÖZET

Sıcak su ve sirkülasyon tesisatı sağlığını ve bütçemizi çok ilgilendirmektedir. İnsanın yaşam seviyesi ve alışkanlıkları ile ilgilidir. Bu nedenle bu konudaki literatür farklı hesap tarzları içerir. Yaşam seviyesi yüksek kimseler tesis ve işletme maliyetini önemsemeyebilir. Mütevazı yaşam tarzına sahip kimseler için de daha düşük tüketim değerleri esas alınarak tesis kurulmalıdır. Bu istek ve düşünce farklılığı firmalar arasında da olabilir. Handbuch Der Gesundheitstechnik'ten derlediğim bu yazıda ülkemize uygun sıcak su tüketimleri, su hızları, boru hesapları gibi çeşitli isteklere cevap verecektir. Sıcak su ve sirkülasyon hesapları çeşitli olduğu ve ülkeden ülkeye değiştiği nedenle proje sorumlularıyla onay makamındaki yetkili meslektaşların uygulamaya varmaları faydalıdır.

Central Warm and Circulating Water Installation

ABSTRACT

Service warm water is a so popular subject that is interested in human health, budget and standard of living. Warm water requirements change according to the customs and economical situations of different people. That is why there are many standards about this subject. This writing which is abbreviated from "Handbuch Der Gesundheitstechnik" will be useful for calculating of service hot water and circulation problems. My opinion is so that German standards are more agreeable for Turkish people.

Giriş

Büyük ve yaygın tesislerinde sıcak suyun belli bir sürede tüketim miktarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak ta sıcak su gidiş ve sirkülasyon boru çaplarının belirlenmesi işletmenin sağlığı bakımından çok önemlidir. Bu tesbitler sadece hesaplarla değil çeşitli istatistiksel bilgi ve araştırmalara dayanılarak ve değişik ülke insanların yaşam seviyesine de bağlı olarak

yapılmıştır. Avrupa Birliği'ne girmek üzere olduğumuz da düşünülürse bu konuda aşağıda verilen çizelgelerde neden Alman literatürüne dayandığımız daha kolay anlaşılabilir. Ayrıca bu esasların bizim insanımıza ve ekonomi seviyemize daha uygun olduğu kanısındayım. Çizelge-1'de sıcak su tüketim yerleri ve günlük tüketim miktarları ile bunlar yardımcı ile saatlik tüketimin hesaplanması gösterilmiştir. Bütün insanlar aynı anda sıcak su kullanmayacak ve dolayısı ile tüm cihazlar aynı anda çalışmayacaklarından toplam sıcak su tüketim hesabında bir diversite faktörü kullanılacaktır. Bu faktörler için Çizelge-2 düzenlenmiştir.

a) Mesken, Otel Ve Hastanelerde Sıcak Su Sarfiyatı:

Çizelge-1

Sıcak su tüketim yeri (yüksek konfor sev.):	60 °C sıcaklıkta günlük tüketim:(M _w)	
1-Banyolu evler, apartmanlar	90.....120	Lt/kişi
2-Duşlu evler, apartmanlar	50.....70	"
3-Yurtlar, yatılı okullar(yemekhane ve çamaşırhaneli)	40.....60	"
4-Otel mutfağı, misafirhane yemek salonu vs.	40.....50	Lt/yer
5-Sanatoryum, prevantoryum, tatil yerleri: (genel banyo ve duşlu)	120....140	Lt/yatak
6-Sanatoryum, prevantoryum, tatil yerleri: (tüm odalar banyolu)	120....140	Lt/yatak
7-Hastane ve sanatoryumlar (kaplıca sulu ve çamur banyolu)	200....250	Lt/yatak
8-Tüm odalarında banyo veya duş bulunan oteller	80.....180	Lt/yatak

Daha mütevazı bütçeli yerlerde benzer binalarda bu sarfiyatlar aşağıdaki gibi alınabilir:

Sıcak su tüketim yeri (düşük kalitede):	60 °C sıcaklıkta günlük tüketim: (M _w)	
1-Banyolu evler, apartmanlar	35.....50	Lt/kişi
2-Duşlu evler, apartmanlar	20.....30	"
3-Yurtlar, yatılı okullar(yemekhane ve çamaşırhaneli)	15.....25	"
4-Otel mutfağı, misafirhane yemek salonu vs.	15.....20	Lt/yer
5-Sanatoryum, prevantoryum,tatil yerleri: (genel banyo ve duşlu)	50.....60	Lt/yatak
6-Sanatoryum, prevantoryum,tatil yerleri: (tüm odalar banyolu)	65.....75	Lt/yatak
7-Hastane ve sanatoryumlar (kaplıca sulu ve çamur banyolu)	85....110	Lt/yatak
8-Tüm odalarında banyo veya duş bulunan oteller	35.....75	Lt/yatak

Bu değerler yardımıyla saatlik sıcak su ve saatlik ısı ihtiyacı:

$$Q=(AxNxM_wx(t_2-t_1))/24 \quad \text{kcal/h}$$

A:Kullanımdaki düzensizlik nedeniyle konan faktör (1,5.....4,5)

N:Kullanıcı kişi sayısı

M_w:Kişi başına günlük sıcak su sarfiyatı

$$\Phi = A/24 \text{ denirse}$$

saatlik sıcak su sarfiyatı : M_h= Φ xNxM_w Lt/h

saatlik ısı ihtiyacı : Q_h=M_hx(t₂-t₁) olarak bulunur.

t₂ : Boylerden çıkan su sıcaklığı (genelde 60 °C alınır).

- t_1 : Soğuk su sıcaklığı (iklime bağlı olarak değişirse de genelde 10 °C alınır)
 M_w : Değerleri yukarıdaki çizelgeden alınabilir.
 ϕ : Diversite faktörü (Bu değerler aşağıdaki çizelgeden alınabilir):

Sıcak su tüketim yerlerine ve insan sayısına bağlı olarak diversite faktörleri aşağıdadır.

Çizelge-2

Meskenlerde ϕ değerleri:																
Kişi:	10	15	20	30	40	60	80	100	150	200	300	500	700	800	1000	2000
ϕ	0,73	0,64	0,57	0,5	0,45	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,226	0,215
Hastahanelerde ϕ değerleri:																
Yatak:	30	40	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	800	1000	2000	
ϕ	0,325	0,31	0,285	0,275	0,25	0,24	0,23	0,20	0,18	0,175	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	
Otelde ϕ değerleri:																
Müşteri:	30	40	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	800	1000	2000	
ϕ	0,53	0,51	0,475	0,46	0,425	0,41	0,37	0,35	0,33	0,325	0,31	0,3	0,29	0,28	0,28	

Çizelge-1 ve çizelge-2'nin kullanımına dair bir örnek aşağıda verilmiştir.

Örnek:

500 yataklı konforlu bir otelde saatte 60 °C lik su tüketimi ve bunun için gerekli ısı ihtiyacı:

Yukarıdaki değerler yardımı ile $\phi = 0,3$, $N=500$, $M_w=150$ seçilerek:

$M_h = \phi \times N \times M_w = 0,3 \times 500 \times 150 = 22500 \text{ Lt/h}$, 60 °C ve bununla da:

$Q_h = M_h \times (t_2 - t_1) = 22500 \times (60 - 10) = 1125000 \text{ kcal/h}$ bulunur.

Bundan sonra boyler ve kazan seçimine geçilebilir.

Saatlik sıcak su tüketimi ve buna ait ısı ihtiyacı yardımı ile aşağıdaki gibi boyler ve kazanın ısı kapasite hesabına geçilebilir. Önceki örneğin devamı burada gösterilmiştir.

Boylar Seçimi

Depolu boyler seçimi halinde azami sıcak su tüketim süresi 1,5 saat ve boyler ısıtma süresi de 1,5 saat alınması halinde boyler ısı kapasitesi:

$Q_b = Q_h / 1,5 \text{ kcal/h}$

$Q_b = 1125000 / 1,5 = 750000 \text{ kcal/h}$ olmalıdır.

Eşanjör tipi boyler ısı kapasitesi:

$Q_b = 1125000 \text{ kcal/h}$ olmalıdır.

Bu ısıların sağlanması için kazana ulaşacak ısı ise, boru kayıpları nedeniyle %10 daha fazla olmalıdır:

$Q_k = 1,1 \times Q_b / 1,5 \text{ kcal/h}$ formülünden:

Depolu boyler için $Q_k = 1,1 \times 750000 = 825000 \text{ kcal/h}$,

Eşanjör tipi boyler için $Q_k = 1,1 \times 1125000 = 1237500 \text{ kcal/h}$ alınmalıdır.

Mesken ve Benzeri Binalarda Soğuk, Sıcak ve Sirkülasyon Ana Boru Çaplarının Yaklaşık Tespiti Çizelge 3 Yardımı ile Yapılır:

Bunun için sıcak su tüketen cihazların tüketim birimlerinden faydalanır.

Söyle ki :

10 mm çaplı bir sorti, 1 lavabo	= 0,5 birim
15 mm " " " , 1 bulaşık teknesi	= 1 "
20 mm " " " , 1 normal banyo	= 2 "
25 mm " " " ,	= 3 "
32 mm " " " ,	= 5 " kabul edilir.

Buna göre şemada borular üstüne bu tüketim birimleri yazılır. Çizelge-3 teki hangi kolonla benzerlik varsa oradan çap seçimine gidilir. Çizelge altında açıklamalı bir örnek verilmiştir.

Çizelge-3

Minimal H_m	$H_m \leq 15 \text{ mss}$	$15 < H_m \leq 30 \text{ mss}$	$H_m > 30 \text{ mss}$	Boylar ort.	Doğal	Pompa
Boru çapı	Yük birimi	Yük birimi	Yük birimi	Soğuk su	Sirkülasyonlu	Sirkülasyonlu
mm	(düşük basınç)	(orta basınç)	(orta basınç)	Boru çapı	Boru çapı	Boru çapı (0,5 m/s)
50 mm	65	85	110	32 mm	25 mm	20 mm
65 mm	135	170	220	40 mm	32 mm	25 mm
80 mm	200	250	330	50 mm	40 mm	32 mm
90 mm	265	335	440	65 mm	50 mm	32 mm

Örnek:

Sıcak su boru şebekesinde basınç ortalaması yani ortalaması yükseklik 40 m, akma basıncı son uçta 5 mss olsun. Burada $H_m = (40 - 5) / 2 = 17,5 \text{ mss}$ dur. 48 dairesel bir meskende her dairede 1 normal banyo, 1 evye ve 1 adet te lavabo olsun. Bunların toplam sıcak su yük birimi: $48 \times (2 + 1 + 0,5) = 48 \times 3,5 = 168 \text{ YB}$ eder. Bu değerler yardımı ile çizelge-2'nin ikinci satırından

soğuk su girişi 40 mm, sıcak su çıkışı 65 mm, cebri sirkülasyon borusu dönüşü de ($v=0,5 \text{ m/s}$)'den 25 mm çaplarda seçilmiştir.

b) Sıcak su boru hesabında kullanılacak basıncın tahmini için format:

Sıcak su üreten boylere soğuk su beslemesi bazı tesislerde bağımsız bir pompa veya soğuk su hidroforundan yapılabilir. Bu durumda mevcut basınca bağımlı kalınacağından ters yönde bir gidişle aşağıdaki formattan yararlanılarak önce mevcut ortalama R değeri bulunur ve sonra da bunun yardımı ile boru çapları seçimi yapılabilir.

Çizelge-4 Sıcak su boru çaplarının tesbiti için genelde şu formdaki sıra ile ortalama $R(mss/m)$ bulunur.

- (a) Boyler girişindeki minimum soğuk su basıncı mss
(Soğuk su hidrofor veya boru hesabı yardımı ile bulunur)
(b) En yüksekte bulunan sıcak sulu cihazın boylerden olan yüksekliği m
(c) Bu cihaz için minimum akma basıncı mss
(d) Boylerin basınç kaybı: mss
Boylardan sıcak su çıkış hızı $v(m/s)$ ise: $h_{sp} = 1,5 \times (v^2 / 2g)$ dir.
(e) Bu değerler yardımı ile sıcak su borularında sarf edilecek basınç: $H = (a) + [(b) + (c) + (d)]$ mss
(f) Sıcak su borusunun boyu, projeden: (L) m
g) 1 m düz boru boyu başına eldeki basınç: $R = (H \times 0,5) / L$ mss/m alınır.

Boru çapları bu yaklaşık R değerine göre çizelgelerden seçilerek bulunur.

Örnek:

- (a) Soğuk su hidroforu alt basıncı 5 atü=50 mss iken boyler giriş basıncı 44 mss olsun.

Çizelge-6

PARÇA NO	Tüketim(q) Lt/s	ÇAP (")	R MSS/M	BOY L(M)	RXL MSS
1	0,24	1/2	0,39	0,7	0,27
2	0,30	1/2	0,60	0,5	0,30
3	0,68	3/4	0,56	2	1,12
4	1,08	1	0,43	3,2	1,38
5	1,50	1	0,81	3,2	2,59
6	1,80	1 1— 4	0,33	9,5	3,14
7	2,50	1 1— 2	0,24	0,75	0,18
8	2,64	2	0,09	3,25	0,29
9	3,96	2	0,18	9	1,62
10	4,68	1 2— 2	0,07	4,5	0,32
11	5,40	1 2— 2	0,09	3	0,27
12	7,20	1 2— 2	0,15	2	0,30
13	9,00	1 2— 2	0,23	4,5	1,04
14	10,20	3	0,12	4	0,48
15	12,70	3	0,18	3,5	0,63
16	17,40	4	0,09	3	0,27
			TOPLAM		14,20

- (b): En yüksekte bulunan sıcak sulu cihazın boylerden olan yüksekliği 24 m
- (c): Bu cihaz için minimum akma basıncı 5 mss ise Boylerden sıcak su çıkış hızı 2.5m/s kabul edilmiş olsun
- (d): Boylerin basınç kaybı:
 $h_{sp}=1,5 \times (V^2/2g)=1,5 \times (2,5)^2/(2 \times 9,81)=0,48$ mss
- (e) Bu değerler yardımı ile sıcak su borularında tüketilecek basınç:
 $H=(a)-[(b)+(c)+(d)]=44-(24+5+0,48)=14,52$ mss
- (f) Sıcak su borusunun boyu, projeden :
 $(L)=38$ m ise
- (g) 1 m düz boru boyu başına eldeki basınç:
 $R=(H \times 0,5)/L=(14,52 \times 0,5)/38$
 $R=0,19$ mss/m bulunur.

Bu kabulde düz boru basınç kayıpları toplam basınç kayıplarının yarısı alınmıştır. Boru çaplarının ön seçiminden sonra basınç kayıplarının kontrolü yapılırken bu değer civarında kalınmaya çalışılmalıdır.

Basınç kayıpları, düz boru ve özel kayıplar ayrı halde hesaplanmalı ve boru cinsine, uyum ve boruların eski veya yeniliğine yani pürüz ve kirliliğine çek vana, pislik tutucu, s motorlu vana, termostatik vana vs gibi basınç kayıpları yüksek cihazların özelliklerine bağlı olarak hesaplar daha detaylı yapılmalıdır.

Ekte verilen Çizelge-5 orta derecede tortu

bağlanmış sıcak su boru çaplarının hız ve direnç hesabı için verilmiş olup yeni ve temiz su boruları için de düzeltme faktörü yardımı ile kullanılabilir.

Çizelge altında ki açıklamalar bu konuda bilgi vermektedir.

Çizelge-5 Sıcak su borularında önerilen hızlar

Boyer çıkışından dağıtım kollektörüne kadar olan kısımlar :1,5-2,5 m/s
 Kollektör çıkışından sonra bodrum kattaki dağıtım boruları :1,5-2 m/s
 Oturulmayan yerden geçen kolon ve branşman boruları :1-1,5 m/s
 Oturulan yerden geçen kolon ve branşman boruları :0,8-1 m/s
 Otel ve hastanelerdeki kolon ve branşman boruları :0,5-0,7 m/s

Önemli tesislerde sıcak su boru çaplarının belirlenmesinde Çizelge-5 ve Çizelge-6 dan yararlanmak gereklidir. Çünkü sıcak su boruları zamanla bırakacakları çökelti nedeniyle daha pürüzlü ve iç kesitleri daha dar hale gelir ve R değeri yeni halinden çok uzaklaşabilir. Bu nedenle Çizelge-6 bir özellik taşımaktadır. Çizelge-6'daki birim dirençlerden gidilerek boru çapları belirlenmesi ve hidrofor hesabı yapılmalıdır. Aksi durumda soğuk su çizelgeleri ile yapılacak hesaplar

yaklaşık ve emniyetsiz olur. Aşağıda 16 parçalık boru şebekesi buna bir örnektir.

• Su tasfiyesi yapılmamış ve suyu sert sayılabilecek durumlarda veya mevcut eski binalardaki tesisatta yukardaki çizelge yardımı ile boru çapına ve su debisine bağlı olarak hızlar kontrol edilir. Zira tortu hem kesiti daraltmış hem de boru içindeki pürüzleri artırmıştır. Bu tablonun R değerleri ortalama bir kirlenmeye göre yapılmıştır. Ancak, •Yeni borular kullanılması ve tasfiyeli su ile tortulaşmanın önlenmesi durumunda R değerleri, aynı tablodaki düzeltme faktörüne bölünerek kullanılacaktır. Boru çaplarını belirlemede ve basınç kayıplarını hesaplarken bu husus önemlidir.

Örnek:

40 mm boruda $q=2,1$ Lt/s, $v=1,5$ m/s iken kısmen kirlili boruda $R=0,18$ mmss dur. Yeni borular kullanılması ve tasfiyeli su ile tortulaşmanın önlenmesi durumunda R değeri değişir.

$R_d=R/k=0,18/2,9=0,062$ mmss/m alınmalıdır.

••Sıcak su tesisatında borulardaki hızlar Çizelge-5'te önerilen değerleri aşmamalıdır. Sıcak su boru çaplarının bulunmasından sonra bunlara bağlı olarak soğumaları karşılamak üzere gerekli sirkülasyon su miktarları belirlenecektir. Sirkülasyon doğal dolaşım veya pompalı dolaşım ile yapılacağına göre Çizelge-7'den bu su debileri seçilebilir.

Çizelge-7

SICAK SU BORU ÇAPLARININ TESBİTİ											
Boru N.Çapı: □	mmO: □	15□	20□	25□	32□	40□	50□	65□	80□	90□	100
□(")□	□	1/2"□	3/4"□	1"□	1 1/4"□	1 1/2"□	2"□	2 1/2"□	3"□	3 1/2"□	4"□
Dış yüzeyi:□	m ² /m□	0,067□	0,087□	0,105□	0,133□	0,15□	0,18□	0,237□	0,277□	0,317□	0,357
B.hacmi:□	Lt/m□	0,2□	0,37□	0,6□	1,01□	1,38□	2,24□	3,63□	5,06□	6,72□	8,7
Düzeltilme Faktörü (k):		3,5		3,1		2,9		2,5		2,15□□	
Hız□	Çap:□	15□	20	25	32	40	50	65	80	90	100□□
(v)□	q=□□□□	Sıcak su işletme sarfıyatı (Lt/s)□□									
m/s□	R=□□	Orta derecede tortu bağlamış borularda basınç kaybı (mss/m)□□									
0,3□	q□	0,06 □	0,114□	0,18□	0,3□	0,42□	0,66□	1,08□	1,53□	2,01□	2,61□□□□
	R□	0,034□	0,024□	0,018□	0,014□	0,011□	0,008□	0,005□	0,004□	0,0034□	0,003□□
0,5□	q□	0,1□	0,19□	0,3□	0,5□	0,7□	1,1□	1,8□	2,55□	3,35□	4,35□□□□
	R□	0,084□	0,06□	0,043□	0,036□	0,026□	0,019□	0,013□	0,009□	0,0086□	0,007□□
0,6□	q□	0,12□	0,23□	0,36□	0,6□	0,84□	1,32□	2,16□	3,06□	4,02□	5,22□□□□
	R□	0,12□	0,08□	0,062□	0,048□	0,035□	0,028□	0,018□	0,014□	0,012□	0,01□□□
0,7□	q□	0,14□	0,27□	0,42□	0,7□	0,98□	1,54□	2,52□	3,57□	4,69□	6,09□□□□
	R□	0,15□	0,11□	0,08□	0,06□	0,047□	0,036□	0,025□	0,018□	0,016□	0,013□□□
0,8□	q□	0,16□	0,3□	0,48□	0,8□	1,12□	1,76□	2,88□	4,08□	5,36□	6,96□□□□
	R□	0,19□	0,14□	0,1□	0,08□	0,058□	0,044□	0,03□	0,023□	0,021□	0,016□□□
0,9□	q□	0,18□	0,34□	0,54□	0,9□	1,26□	1,98□	3,24□	4,59□	6,03□	7,83□□□□
	R□	0,23□	0,17□	0,124□	0,1□	0,073□	0,055□	0,035□	0,03□	0,024□	0,02□□□
1□	q□	0,2□	0,38□	0,6□	1□	1,4□	2,24□	3,6□	5,1□	6,7□	8,7□□□□
	R□	0,28□	0,2□	0,16□	0,12□	0,087□	0,066□	0,043□	0,035□	0,03□	0,024□□□
1,1□	q□	0,22□	0,42□	0,66□	1,1□	1,54□	2,42□	3,96□	5,61□	7,37□	9,6□□□□
	R□	0,34□	0,23□	0,19□	0,14□	0,11□	0,08□	0,05□	0,04□	0,034□	0,028□□□
1,2□	q□	0,24□	0,46□	0,72□	1,2□	1,68□	2,64□	4,32□	6,12□	8,04□	10,4□□□□
	R□	0,39□	0,28□	0,21□	0,17□	0,12□	0,09□	0,06□	0,05□	0,043□	0,034□□□
1,3□	q□	0,26□	0,5□	0,78□	1,3□	1,8□	2,86□	4,68□	6,63□	8,71□	11,3□□□□
	R□	0,42□	0,3□	0,23□	0,18□	0,15□	0,11□	0,07□	0,053□	0,047□	0,036□□□
1,5□	q□	0,3□	0,57□	0,9□	1,5□	2,1□	3,3□	5,4□	7,6□	10□	13,1□□□□
	R□	0,6□	0,43□	0,31□	0,26□	0,18□	0,14□	0,09□	0,074□	0,065□	0,05□□□
1,8□	q□	0,36□	0,68□	1,08□	1,8□	2,5□	3,96□	6,48□	9,11□	2,061□	5,7□□□□
	R□	0,77□	0,56□	0,43□	0,33□	0,24□	0,18□	0,13□	0,1□	0,086□	0,07□□□
2□	q□	0,4□	0,76□	1,2□	2□	2,8□	4,4□	7,2□	10,2□	13,4□	17,4□□□□
	R□	1□	0,73□	0,53□	0,42□	0,32□	0,24□	0,15□	0,12□	0,11□	0,09□□□
2,5□	q□	0,5□	0,95□	1,5□	2,5□	3,5□	5,5□	9□	12,71□	6,8□	21,8□□□□
	R□	1,5□	1,1□	0,81□	0,66□	0,47□	0,36□	0,23□	0,18□	0,15□	0,13□□□
3□	q□	0,6□	1,14□	1,8□	3□	4,2□	6,6□	10,8□	15,3□	20,1□	26,1□□□□
	R□	2,1□	1,5□	1,1□	0,9□	0,67□	0,5□	0,33□	0,25□	0,22□	0,18

Çizelge-8- Sirkülasyon Suyu Tesisatı

BOYLERDEN SU ÇIKIŞ SICAKLIĞI: 60 °C							
Sıcak Su Borularının		Tabii dolaşım hali			Pompalı dolaşım hali		
nominal çapları		Toplam soğuma 10 °C			Toplam soğuma 10 °C		
(mm)	(")	Dağıtım b.	Kolon ve bağ.borusu		Dağıtım b.	Kolon ve bağ.borusu	
			Alttan dağ.	Üstten Dağ.		Alttan dağ.	Üstten dağ.
20	3/4"	1,4	1,7	1,4	2,7	6,4	5
25	1"	1,8	2,1	1,8	3,3	7,8	6,2
32	11/4"	2,1	2,4	2,1	3,9	9,6	7,5
40	11/2"	2,4	2,7	2,3	4,5	10,4	8,2
50	2"	2,9	3,2	2,7	5,4	12,3	9,7
70	21/2"	3,4	3,9	3,4	6,3	14,8	11,6
80	3"	3,7	4,2	3,6	6,9	16	12,6
90	31/2"	4	4,6	4	7,5	17,6	14,6
100	4"	4,5	5,1	4,4	8,4	19,6	15,4

Sirkülasyon Suyu Tesisatı

Sıcak tüketim suyu gidiş borularındaki soğumanın 5-10 °C ile sınırlı kalması için sıcak ve Sirkülasyon borularından doğal veya pompalı sistemde ve beher m boru boyuna karşılık akması gereken su miktarları: Kg/h (~Lt/h) biriminde Çizelge-8'de verilmiştir.

Sıcak Su Sirkülasyon Suyunun Debisi Şu Formülle Bulunur:

Boyer çıkışından boyler dönüşüne kadar olan tüm boru parçaları için:

$\sum m_z = \sum (Q_{wv}) / dT$ Burada sıcak suyun, dağıtım boruları ile kolon ve branşmanlarda toplam olarak 5-10 °C arasında soğumasına izin verilir. Yani boylerden 60°C de çıkan su en uzak musluk veyabataryaya pompalı sirkülasyon halinde 55 °C den, doğal dolaşım halde 50 °C den daha düşük bir sıcaklıkta girmemelidir. Bu soğumaları karşılamak üzere yukardaki formül ek olarak gidiş suyu na katılacak sıcak suyu ve tekrar geri dönecek olan sirkülasyon suyunu verir. Q_{wv} : Sıcak su gidiş borularının sirkülasyon boruları ile son bulunduğu yere kadar (yani dağıtım, kolon ve branşman borularında meydana gelen) ısı kayıplarıdır. Birimi kcal/h alınacaktır. dT : Soğuma miktarı olup tabii dolaşımında 10 °C, pompalı dolaşımında 5 °C alınabilir. Mesken'lerde yaklaşık olarak $Q_{wv} = 0,05 \times Q$ alınabilir. Burada Q boylerin ısı kapasitesidir. Örnek olarak $Q = 100000$ kcal/h ise

$$Q_{wv} = 0,05 \times 100000 = 5000 \text{ kcal/h alınabilir.}$$

Pompalı dolaşım hali için:

$m_z = 5000 / 5 = 1000$ lt/h debi bulunur. Doğal dolaşım için $m_z = 5000 / 10 = 500$ lt/h alınmalıdır. Daha önemli ve daha büyük veya çok yaygın tesislerde soğuma hesabı yapmak gereklidir. Bu suretle gerçek ısı kayıpları elde edilir ve bunları karşılayacak doğru sirkülasyon debisi bulunur. Buna ait bir örnek konunun sonunda yapılmış ve gerekli şekil ile çizelge halinde hesap verilmiştir.

Pompanın Basınç Kaybı Hesabı:

$$H_p = (H_1 / m_z) \times (m_1 \times 0,15 + m_z) + H_2$$

Burada $m_1 = Q / (t_w - t_k)$ olup, boylerin sıcak su debisidir.

Örnek olarak $Q = 415000$ kcal/h, $t_w = 60$ °C, boylere giren soğuk su sıcaklığı $t_k = 10$ °C ise: $m_1 = 415000 / (60 - 10) = 8300$ lt/h bulunur. $Q_{wv} = 0,05 \times 415000 = 21000$ kcal/h ve $m_z = 21000 / 10 = 2100$ kg/h tır.

Bu örnek depolu boylerlere uygun olup, eşanjör tipi boylerlere ait değerler kataloglarından alınarak benzer hesaplar yapılabilir. H_1 = Sirkülasyon suyu miktarındaki yani m_z kadar debideki suyun gidiş devresindeki borularda meydana getireceği basınç kaybı olup birimi mss'dur. Örnek boylerimizde $H_1 = 0,2$ mss olsun.

H_2 = Sirkülasyon suyu miktarındaki yani m_z kadar debideki suyun dönüş devresindeki borularda meydana getireceği basınç kaybı

olup birimi mss'dur. Aynı örnekte bu kayıp $H_2 = 0,5$ mss olsun.

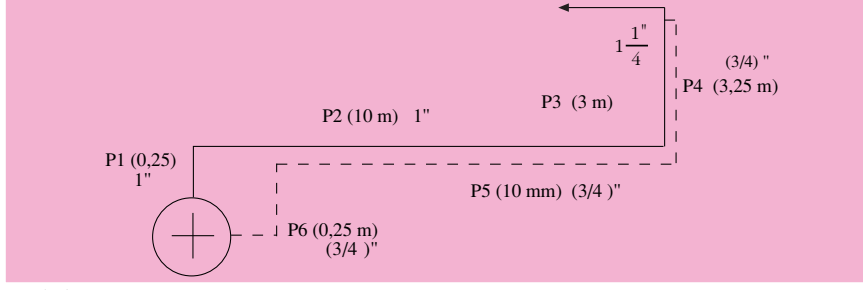
$H_p = (H_1 / m_z) \times (m_1 \times 0,15 + m_z) + H_2 = (0,2 / 2100) \times (8300 \times 0,15 + 2100) + 0,5 = 0,82$ mss bulunur. Dönüş (sirkülasyon borularında suyun hızı yaklaşık olarak 0,3-0,5 m/s alınmalıdır.

Not:

Konfor tesislerinde genelde sıcak su çıkışı 60 °C, büyük mutfak ve çamaşırhanelerde bazan 80 °C alınır. Sanayide daha yüksek sıcaklıklar istenirse buhar su karışımları kullanılabilir. Örnek yer temizliği gibi. Önemli tesislerde ayrıca sıcak su borularında soğuma hesapları yapılarak soğumanın sınırlı kalmasının kontrolü istenebilir. Sıcak su sirkülasyon pompasının kapasitesi hesaplanır. Yandaki şekildeki gibi basit bir sıcak su şeması olsun. Parça no.ları ve uzunlukları ile boru çapları şekilde yazıldığı gibi seçilmiş olsun. Bu tesiste gidiş dönüş devresinde maksimum soğuma 10 °C değerini aşmasıdır. Boylerle sıcak su çıkış sıcaklığı 60 °C dir. Yatay borular 10°C lik bodrumdan geçmekte ve izolasyon verimi %80 dir. Düşey borular 30 °C lik boru yuvasından geçmekte ve izolasyon verimi % 50 dir. P1, P2 dağıtım ve P3 nolu kolon borularının çaplarına bağlı olarak 1 m boru boyları için önerilen sirkülasyon suyu miktarı ilgili çizelgeden: 1,8; 1,8 ve 2,1 kg dır. Toplam sirkülasyon suyu debisi:

$$M_z = m_1 + m_2 + m_3 = L_1 \times m_1 + L_2 \times m_2 + L_3 \times m_3$$

$$M_z = 0,25 \times 1,8 + 10 \times 1,8 + 3 \times 2,1 = 24,75 \text{ kg/h bulunur.}$$



Şekil-1

Toplam soğuma:

$$Q_t = M_z \times 1 \times (60 - 50) = 24,75 \times 10 = 247,5 \text{ kcal/h tır.}$$

Büyük ve önemli tesislerde bu kabullerin ve hesapların soğuma kontrol hesaplarının da yapılması gerekebilir. Bu durumda önce boru boyunca tahmini sıcaklık değişimi belirlenir, sonra soğuma hesapları yapılarak yeterli yaklaşım olup olmadığı kontrol edilir. İzolesiz 1 m boydaki boru için ısı kaybı formülü: $Q = k \times f \times (t_1 - t_2)$ olup, f (m^2/m) birim boydaki dış yüzeydir. Çıplak çelik boru için $k = 10 \text{ kcal}/(m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)$ dir. 1 nolu parça boylara çok yakın olup boyu da kısadır. Giriş ve çıkış sıcaklığını bu ön tahminde $60 \text{ }^\circ C$ kabul edelim. Bu parçada ki yaklaşık ısı kaybı: $Q_{11} = k \times f \times (t_1 - t_2) = 10 \times 0,105 \times (60 - 20) = 52,5 \text{ kcal/h/m}$ olur.

Bu ısı yalıtımla $Q_2 = 52,5 \times (1 - 0,80) = 10 \text{ kcal/h/m}$ olarak gerçekleşir.

Boru boyu nedeniyle $Q_{p1} = 10 \times 0,25 \text{ m} = 3 \text{ kcal/h}$ bulunur. Bu ısı kaybının sirkülasyon suyunda meydana getirdiği soğutma: $dT_1 = 3/M_z = 3/24,7 = 0,12 \text{ }^\circ C$ bulunur.

Boru sonu sıcaklığı: $60 - 0,12 = 59,88 \text{ }^\circ C$ bulunur. Ortalama sıcaklık $59,88 + 0,12/2 = 59,94 \text{ }^\circ C$ bulunur. Tahmin doğru sayılır. İkinci boru oldukça uzundur ve verilen ısı nedeniyle soğutma daha çok olacaktır. Bu borudaki ortalama su sıcaklığını ön tahmin olarak $57,5 \text{ }^\circ C$ kabul edelim.

Bu izolesiz boru için: $Q_{12} = 10 \times 0,105 \times (57,5 - 10) = 50 \text{ kcal/h/m}$ olur.

Bu ısı yalıtımla $Q_2 = 50 \times (1 - 0,80) = 10 \text{ kcal/h/m}$ olarak gerçekleşir. Boru boyu nedeniyle $Q_{p2} = 10 \times 10 \text{ m} = 100 \text{ kcal/h}$ bulunur. Bu ısı kaybının sirkülasyon suyunda meydana getirdiği soğuma: $dT_2 = 100/M_z = 100/24,7 = 4,05 \text{ }^\circ C$ bulunur. Boru sonu sıcaklığı: $59,88 - 4,05 = 55,83 \text{ }^\circ C$ bulunur.

Ortalama sıcaklık $59,88 - 4,05/2 = 57,86 \text{ }^\circ C$ bulunur. Bu tahmin de yeterince doğru sayılır. 3 nolu boru 3 m olup buraya gelen su $55,83 \text{ }^\circ C$ sıcaklıktadır. Bu borudaki ısı kaybı boru çapına, izolasyon verimine ve boru yuvası sıcaklığına bağlı olacaktır. Bu borudaki ortalama su sıcaklığını, etkenler çok olduğundan yine bir ön tahmin olarak $53 \text{ }^\circ C$ kabul edelim. Uyumsuzluk halinde bu ön kabul değiştirilecektir. Bu izolesiz borunun 1 m'si için: $Q_{13} = 10 \times 0,133 \times (50 - 30) = 26,6 \text{ kcal/h/m}$ olur. Bu boruda izole verimi %50 idi. Bu ısı yalıtımla $Q_2 = 26,6 \times (1 - 0,50) = 13 \text{ kcal/h/m}$ olarak gerçekleşir. Boru boyu nedeniyle $Q_{ps} = 13 \times 3 \text{ m} = 39 \text{ kcal/h}$ bulunur. Bu ısı kaybının sirkülasyon suyunda meydana getirdiği soğuma: $dT_3 = 39/M_z = 39/24,7 = 1,58 \text{ }^\circ C$ bulunur. Boru sonu sıcaklığı: $55,83 - 1,58 = 54,25 \text{ }^\circ C$ bulunur.

Ortalama sıcaklık: $55,83 - 1,58/2 = 55,04 \text{ }^\circ C$ bulunur. Bu borudaki ortalama sıcaklık kabulü $2 \text{ }^\circ C$ kadar sapmıştır. Fakat önemli olan sıcak suyun son kullanma yerine gelişinde sıcaklık düşüşü $5 \text{ }^\circ C$ civarında oluşudur. Bu bakımdan sonuç uygundur. Bundan sonra da toplam ısı kaybının en başta hesaplanan 247 kcal/h değerini aşmaması ve boylara dönüş suyu sıcaklığının da $50 \text{ }^\circ C$ ye yakın olarak dönmesinin sağlanmasıdır.

Yukardaki değerleri aşağıdaki çizelge-8'e uygun şekilde yerleştirir ve hesabın diğer borular için devamını yaparak tabloyu tamamlarsak toplam ısı kaybının 247 kcal/h olduğunu ve dönüş suyunun boylara dönüşte $50 \text{ }^\circ C$ 'ye yakın olduğunu görebiliriz. 4 nolu kolondaki 1m boydaki izolesiz boru ısı kayıp tahminlerindeki hataların sonuçta etkisi azalmakta ve son kolonda daha gerçek değerlere yaklaşmaktadır. Aşırı sonuçlar elde edilmesi durumunda sirkülasyon suyu debisinde veya izolasyon kalitesinde değişiklik yapıp uygun sonuçlar elde edilebilir. Pompalı veya doğal sirkülasyonlu su debisi kesinleşmiş olacaktır. Bundan sonra boru direnç hesaplarına geçilebilecektir.

Yukardaki değerleri aşağıdaki çizelge-8'e uygun şekilde yerleştirir ve hesabın diğer borular için devamını yaparak tabloyu tamamlarsak toplam ısı kaybının 247 kcal/h olduğunu ve dönüş suyunun boylara dönüşte $50 \text{ }^\circ C$ 'ye yakın olduğunu görebiliriz. 4 nolu kolondaki 1m boydaki izolesiz boru ısı kayıp tahminlerindeki hataların sonuçta etkisi azalmakta ve son kolonda daha gerçek değerlere yaklaşmaktadır. Aşırı sonuçlar elde edilmesi durumunda sirkülasyon suyu debisinde veya izolasyon kalitesinde değişiklik yapıp uygun sonuçlar elde edilebilir. Pompalı veya doğal sirkülasyonlu su debisi kesinleşmiş olacaktır. Bundan sonra boru direnç hesaplarına geçilebilecektir.

Çizelge-9

Parça No	Çap (")	Boy (m)	Q_{11} kcal/mh	$1-\pi$ 0,20	Q_{21} kcal/mh	Q_{p1} kcal/h	M_z kg/h	dT $^\circ C$	T_s $^\circ C$	T_m $^\circ C$
1	1"	0,25	52,5	0,20	10	3	24,7	0,12	59,88	59,94
2	1"	10	50,3	0,20	10	100	24,7	4,05	55,83	57,86
3	1 1/4"	3	26,3	0,50	13	39	24,7	1,58	54,25	55,04
4	3/4"	3,25	20	0,50	10	33	24,7	1,34	52,91	53,58
5	3/4"	10	35	0,20	7	70	24,7	2,84	50,07	51,49
6	3/4"	0,25	33,5	0,20	7	2	24,7	0,08	49,99	50,03
Toplam		26,75			Toplam:	247				

Bu çizelge yardımı ile gidiş borularındaki t_{mv} ve dönüş borularındaki t_{mz} ortalama sıcaklıklar hesaplanabilir:

$$t_{mv} = \frac{0,25 \times 60 + 0,25 \times 59,94 + 3 \times 55,04}{0,25 + 0,25 + 3,0} = 55,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{mz} = \frac{3 \times 53,58 + 0,25 \times 53,58 + 0,25 \times 50,03}{0,25 + 0,254 + 3,0} = 53,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Yatay boruların meyli nedeniyle düşeyde 0,25 m ilave ön görülmüştür. Bu değerler yardımıyla h hareket ettirici basıncı hesaplayabiliriz:

$h = H \times (pt_{mz} - pt_{mv}) = 3,5 \times (986,545 - 985,395) = 4,03 \text{ mmss dur.}$ Su debisi 24,7 kg/h olduğuna göre boru dirençlerinin kont-rolü çizelgede yapılmıştır.

Çizelge-10

Boru	M ₂₀	d	i	v	R	ixR	E	Z	ixR+Z
No.	kg/h	(°)	(m)	(m/s)	mmss/m	mmss		mmss	mmss
1,2,3	24,7	1	13,25	0,013	0,04	0,53	4	0,03	0,56
4,5,6	24,7	3/4	13,50	0,025	0,16	2,16	4	0,10	2,26
Toplam:									2,82

2,82 < 4,03 olup dolaşım doğal sirkülasyonlu olarak sağlanmıştır. Doğal dolaşımında özel dirençle düz boru kayıplarının yukarıdan dağıtımında %25'i alttan dağıtımında % 20

si kadar alınmalıdır. Büyük ve yaygın tesislerde kalorifer tesisatındaki pompa hesabına benzer şekilde gidiş ve dönüş boru basınç kayıpları bulunur. Özel kayıplar için hazır ısıtma tablolarından faydalanılır veya boruların düz giden kısımlarının çokluğuna göre pompalı sistemde düz boru direncine %15 zam yapılır. Çok nadir olarak karışık tesislerde bu değer %30-40'a kadar çıkabilir. Sirkülasyon pompasının basınç hesabının hassas olarak bulunmasına yarınacak olan Çizelge 11-1 ve Çizelge 12-2 de verilmiştir.

Çizelge-11-1 Sirkülasyon Borularının Çaplarının Tesbiti-1.Kısım

mz	R:Sürtünme katsayısı (mmss/m),		v:Su hızı (m/s)			
	20mm 3/4"	25mm 1"	32mm 1 1/4"	40mm 1 1/2"	50mm 2"	
(Kg/h)	v(m/s) R(mmss/m)	v(m/s) R(mmss/m)	v(m/s) R(mmss/m)	v(m/s) R(mmss/m)	v(m/s) R(mmss/m)	
10	0,01 0,03	0,01 0,03				
15	0,015 0,06	0,01 0,03				
20	0,02 0,1	0,01 0,03				
30	0,03 0,22	0,015 0,05	0,01 0,01			
40	0,035 0,3	0,025 0,12	0,015 0,03	0,01 0,01		
50	0,045 0,46	0,03 0,15	0,015 0,03	0,01 0,01		
60	0,055 0,69	0,03 0,15	0,02 0,05	0,015 0,03	0,01 0,01	
70	0,055 0,82	0,04 0,27	0,02 0,05	0,015 0,03	0,01 0,01	
80	0,07 1,09	0,045 0,34	0,025 0,07	0,02 0,04	0,01 0,01	
90	0,08 1,42	0,05 0,45	0,03 0,09	0,02 0,04	0,015 0,02	
100	0,09 1,73	0,055 0,51	0,03 0,09	0,02 0,04	0,015 0,02	
125	0,11 2,54	0,07 0,82	0,04 0,16	0,03 0,08	0,02 0,03	
150	0,13 3,4	0,08 1,06	0,045 0,2	0,035 0,12	0,02 0,03	
175	0,15 4,4	0,09 1,3	0,05 0,26	0,04 0,14	0,025 0,05	
200	0,18 6,4	0,11 1,9	0,06 0,36	0,045 0,18	0,03 0,06	
250	0,22 9,25	0,14 3	0,08 0,63	0,06 0,31	0,035 0,09	
300	0,26 12,5	0,16 3,85	0,09 0,77	0,07 0,42	0,04 0,1	
350	0,31 6,5	0,19 5,3	0,11 1,13	0,08 0,55	0,05 0,17	
400	0,36 23,4	0,22 6,9	0,12 1,32	0,09 0,67	0,06 0,23	

450	0,4	28,4	0,24	8,2	0,14	1,77	0,1	0,83	0,06	0,25
500	0,443	4,2	0,281	0,9	0,15	2	0,11	0,98	0,07	0,31
600	0,5	43	0,32	13,9	0,18	2,84	0,13	1,35	0,08	0,41
700			0,38	19,5	0,22	4,1	0,1	51,7	50,1	0,61
800			0,44	25,6	0,24	4,85	0,18	2,48	0,11	0,73
900			0,46	29	0,27	6,15	0,2	3,03	0,13	1
1000			0,54	37,4	0,3	7,3	0,22	3,6	0,14	1,14
1250					0,38	11,5	0,28	5,7	0,17	1,66
1500					0,42	13,8	0,34	8	0,22	2,64
1750					0,52	20,7	0,38	10	0,24	3,12
2000					0,6	27	0,44	13,3	0,28	4,2
2250							0,5	16,8	0,32	5,3
2500							0,35	20	0,35	6,3
2750							0,57	21,6	0,36	6,7
3000							0,65	27,4	0,42	6,8
3500									0,48	11,3
4000									0,55	14,8
4500										

Çizelge-11-2 Sirkülasyon Borularının Çapları Tesbiti-2. Kısım

R:Sürtünme katsayısı (mmss/m),		v:Su hızı (m/s)							
m _z □	70 mm	21/2"□	80 mm	3"□	90 mm	31/2"□	100 mm	4"	
(Kg/h)□	v(m/s)	R(mmss/m)	v(m/s)	R(mmss/m)	v(m/s)	R(mmss/m)	v(m/s)	R(mmss/m)	
125□	0,01	0,01							
150□	0,01	0,01							
175□	0,015	0,02	0,01	0,01					
200□	0,015	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
250□	0,02	0,02	0,015	0,01	0,01	0,01			
300□	0,025	0,03	0,02	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	0,01
350□	0,03	0,04	0,02	0,01	0,015	0,01	0,01	0,01	0,01
400□	0,035	0,06	0,025	0,03	0,02	0,01	0,015	0,01	0,01
450□	0,04	0,08	0,03	0,03	0,02	0,01	0,015	0,01	0,01
500□	0,04	0,08	0,03	0,03	0,02	0,01	0,015	0,01	0,01
600□	0,05	0,12	0,035	0,05	0,025	0,02	0,02	0,01	0,01
700□	0,06	0,16	0,04	0,06	0,03	0,03	0,025	0,02	0,02
800□	0,07	0,22	0,045	0,07	0,035	0,04	0,03	0,04	0,02
900□	0,07	0,22	0,05	0,09	0,04	0,05	0,035	0,03	0,03
1000□	0,08	0,28	0,06	0,13	0,045	0,06	0,04	0,04	0,04
1250□	0,1	0,43	0,07	0,17	0,05	0,08	0,05	0,04	0,04
1500□	0,12	0,6	0,09	0,23	0,07	0,14	0,06	0,06	0,06
1750□	0,14	0,8	0,1	0,34	0,08	0,18	0,07	0,09	0,09
2000□	0,16	1,02	0,12	0,47	0,09	0,22	0,08	0,12	0,12
2250□	0,18	1,28	0,13	0,55	0,1	0,28	0,08	0,16	0,16
2500□	0,2	1,56	0,14	0,63	0,11	0,33	0,09	0,16	0,16
2750□	0,22	1,84	0,15	0,72	0,11	0,33	0,1	0,19	0,19
3000□	0,24	2,18	0,17	0,92	0,13	0,45	0,12	0,23	0,23
3500□	0,28	2,9	0,2	1,24	0,15	0,58	0,13	0,33	0,33
4000□	0,32	3,7	0,24	1,72	0,17	0,75	0,15	0,38	0,38
4500□	0,36	4,7	0,26	2	0,2	1	0,17	0,49	0,49
5000□	0,4	5,65	0,29	2,4	0,22	1,19	0,2	0,64	0,64
6000□	0,48	8	0,34	3,3	0,26	1,62	0,24	0,86	0,86
7000□	0,55	10,3	0,4	4,5	0,3	2,12	0,26	1,2	1,2
8000□□□			0,46	5,9	0,34	2,66	0,3	1,38	1,38
9000□□□			0,52	7,4	0,39	3,4	0,32	1,8	1,8
10000□□□			0,58	9	0,44	4,4	0,34	2,27	2,27

Kazım Kızılca

Mazgirt 1927 yılı doğumluyum.1946 yılında Kars Lisesi'nden ,1951 yılında İ.T.Ü. Makine Fakültesinden mezun oldum.1961 yılına kadar askerlik ve Bayındırlık Bakanlığında mecburi hizmetimi tamamladım. 1961 yılından bu yana Tümtes Proje Bürosu sabibi olarak ve M.M.O. 559 sicil No. İle yaptığım önemli işlerimden birkaçını aşağıda sıralıyorum:

- 1-A.T.F. 1286 Yataklı İBNI SİNA HASTANESİ tüm tesisat projeleri ve mesleki kontrollük hizmeti
- 2-S.S.K. 550 Yataklı TARSUS Hastanesi makine tesisat projeleri
- 3-Şekerbank Genel Müdürlük Binası tesisat projeleri
- 4-İskenderun Demir Çelik Genel İdare binaları tesisat projeleri
- 5-M.M.O. Tıp Çelik Kazan Projeleri
- 6-M.K.E.K. Çankırı Uçaksavar Top ve Makine Fabrikası tesisat proje ve mesleki kontrollük hizmeti
- 7M.K.E.K.Kırıkkale Barut İmla Tesisleri tesisat projeleri
- 8-Kayseri TAKSAN Takım Tezgahları Fabrikası tesisat projeleri
- 9-T.M.O. Bolvadin Afyon Alkaloidleri Fabrikası tesisat müşavirliği
- 10-T.C.D.D. BEHİÇBEY tesisleri merkezi ısıtma projeleri
- 11-Ankara KIZILAY RANT tesisleri makine tesisat ilk projeleri
- 12-Diyarbakır TRT binası ve İzmir Radyo Binası tesisat projeleri
- 13-Erciş,Eleşkirt,Tatvan Yatılı Bölge Okulları tesisat projeleri
- 14-O.D.T.Ü. Metalürji Fakültesi binası tesisat projesi
- 15-M.S.B. Güvercinlik Helikopter Onarım atelyeleri tesisat projeleri

Ülkemizde Kat Isıtma Sistemi Uygulaması

Burhan Çubadaroğlu, Mak. Müh.
TTMD Üyesi

ÖZET:

Ülkemizde; merkezi ısıtma sistemine bir alternatif olarak çok katlı yapılarda uygulanan kat ısıtma sistemi, tamamen daire sahibinin kontrolünde çalışan bağımsız bir ısıtma sistemidir. Bu nedenle merkezi ısıtma sisteminden farklı özellikler taşımaktadır. Kat ısıtma sisteminin kendine özgü işletme koşullarının, yapılarda yapı-tesisat ilişkisi kurulurken göz önüne alınması gerekmektedir. Bu makalede; kat ısıtma sisteminin ülkemizdeki uygulama durumu ile ilgili olarak genel bir inceleme yapılmış ve bazı öneriler getirilmiştir.

On the Flat Heating System

Application in Turkey

ABSTRACT:

The heating system, which is controlled in flat and also known as flat heating system, is widely employed in Turkey as an alternative of central heating system. For that reason, it has different characteristics than central heating system. The operation conditions of flat heating system should be considered at the stage of planning the relation between building and installation. In the present article; the application of flat heating system in Turkey has been analysed and some proposals have been done.

1. Giriş

İnsanlığın oluşumu ile birlikte başlayan ısınma gereksinimi, günümüzde bir konfor koşulu olarak zorunluluk durumuna gelmiştir. Temelinde; insanın kendisini rahat hissedebileceği sıcaklıkta bir ortamın oluşmasını sağlayan ısıtma sistemleri, dünya üzerindeki farklı kültürlere sahip toplumlar tarafından farklı şekillerde uygulanmaktadır. İklim durumu, yakıt türü, kültürel özellik, verimlilik ve ekonomiklik gibi etkenler; ısıtma sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması aşamalarında önemli rol oynamaktadır. Esas uygulama alanı villa tipi evler ve haftasonu evleri gibi ısıtma gereksinimi sürekli olmayan yapılar olan ve kat kaloriferi yaygın adı ile bilinen kat ısıtma sistemi, merkezi ısıtma sistemine

göre daha bireysel bir uygulama olması nedeniyle ülkemizdeki çok katlı yapılarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapıların projelendirilmesi ve ruhsatlandırılması aşamasında, yapıdaki ısıtma sisteminin beyanı konusunda ülkemizde herhangi bir yasal zorunluluk olmaması nedeniyle (en azından Trabzon kent merkezinde uygulama bu şekildedir), kat ısıtma sistemi, inşası tamamlanmış olan çok katlı yapılarda sonradan uygulanmaktadır. Bu nedenle; kat ısıtma tesisatı ile ilgili yanlış seçimler yapılmakta ve tesisatın işletilmesi aşamasında sorunlar yaşanmaktadır. Yetersiz ısınma, aşırı yakıt tüketimi, gürültülü çalışma, konfor eksikliği, baca sorunları ve tesisat donanımı bu sorunların en önemlileridir.

Kat ısıtma sisteminin, merkezi ısıtma sisteminden farklı işletme koşullarına sahip olması nedeniyle, yapıdaki yapı bileşenlerinin proje aşamasında kat ısıtma sistemine uygun olarak tasarlanması son derecede önemlidir. Yapıda uygulanacak olan ısıtma sistemi göz önüne alınmadan projelendirilen ve inşa edilen yapılarda, kat ısıtma sistemi genellikle ısıtma tesisatı hesap esaslarını göz önüne almayan tesisat malzemesi satıcılarının rutin önerileri ile kurulmaktadır. Diğer bir deyişle; uygulamanın yapıldığı katın alt ve üst katlarının ısıtma durumu, yapının yalıtım durumu ve özellikle kat ısıtma sisteminin işletme durumu göz önüne alınmayarak, yaklaşık bir şekilde belirlenen ısı gereksinimleri ile tesisat oluşturulmaktadır. Oysa ki; kat ısıtma sistemleri ile ısıtılan ve aynı çok katlı yapıda bulunan daireler arasında bir "ısıtma bütünlüğü" olmadığı için daireler eşzamanlı olarak ısıtılmayabilir. Böylece; tavan-döşeme ve daireler arası iç duvarları yalıtımsız olarak yapılmış yapılarda katlar arasında yüksek ısı akıları doğar ve gerektiği gibi tasarlanmamış olan kat ısıtma sistemi de verimsiz ve konforuz olarak çalışır.

2. İlgili Yönetmelik ve Standartlar

Yapıların ısı kayıplarının azaltılması ile ısıtma tesisatının hem ilk yatırım bedelini, hem de işletme giderlerini düşürmek olanaklıdır. Ülke ekonomisine sağlayacağı katkı düşünülerek, bu durum dikkate alınmış ve

yapılarda ısı yalıtımı konusunda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından çeşitli yönetmelikler hazırlanmıştır. Halen yürürlükte olan son yönetmelik; 16 Ocak 1985 Tarih ve 18637 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış olan "Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik" olup, yapı bileşenlerinin ısı geçiş direnç değerlerini sınırlamaktadır. Yönetmelikte ülkemiz üç ısı bölgesine ayrılmış ve her bir ısı bölgesinde yapı bileşenleri için uygulanabilecek konstrüksiyon detay şemaları verilmiştir.

Kalorifer tesisatı projeleri; Ekim 1983 tarihli "TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları" ile verilen esaslara göre yapılmaktadır. Standartta ısı kaybı hesaplarına ve tesisatta kullanılacak olan elemanlara ilişkin parametreler için gerekli bağıntılar-tablolar ve çizelgeler verilmektedir. Ayrıca, kalorifer tesisatı proje ve raporlarının hazırlanmasına ilişkin esaslar ve detaylar, çeşitli tesisat elemanlarının proje çizimlerindeki sembol gösterimleri de standartta yer almakta olup, tesisat elemanlarının özellikleri ve kullanımlarına ilişkin olan diğer standartlar kaynak olarak gösterilmektedir. Ülkemizde merkezi ısıtma sistemlerinin projelendirilmesinde halen bu standart uygulanmaktadır. Yapılarda ısı yalıtımının sağlanması konusunda ülkemizde atılan ilk önemli adım; Mart 1989 tarihli eski TS 825'in yenilenerek 14 Haziran 1999 Tarih ve 23725 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış olan ve 14 Haziran 2000 tarihinde yürürlüğe giren yeni "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardıdır. Standartın amacı; binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamak, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmak ve enerji gereksiniminin hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap yöntemini ve çizelge değerlerini belirlemektir. Konut, büro, tiyatro, kongre ve konser salonu, eğitim yapısı, hastane, alışveriş merkezi gibi yeni inşa edilecek binalarda ve mevcut binaların oturma alanının en az %15'i oranında yapılacak onarımlarda, onarılan bölümün ısıtma enerjisi gereksiniminin

hesaplama kurallarını ve izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini veren TS 825, pasif güneş enerjisi sistemlerini içeren binalarda kullanılamaz. TS 825 ayrıca, yapı bileşenlerinden olan su buharı geçişi ve yoğuşma riski konusunda da sınırlamalar getirmektedir. Buna göre; yapı bileşeni içerisinde yoğuşmanın olup olamayacağı verilen bir hesap yöntemi ile belirlenerek, yoğuşma olması durumunda verilen sınır değerleri aşmayacak şekilde projelendirme yapılması da zorunlu kılınmaktadır.

Geliştirilmiş olan yönetmelik ve standartlar, çok katlı yapılarda ısı yalıtımının sağlanması ve merkezi ısıtma sistemlerinin projelendirilmesi esaslarına ilişkin olarak hazırlanmıştır. Ülkemizde kat ısıtma sistemlerinin projelendirilmesi ve uygulanması konularında yönetmelik eksikliği olduğu açıktır.

3. Kat Isıtma Sistemi Bileşenleri

Bir kat ısıtma sistemi genel olarak; suyun ısıtıldığı ve sisteme dağıtıldığı bir kazan ünitesi, baca, genleşme deposu, yakıt deposu (sıvı yakıtlı sistemlerde), isteğe göre boyler ve deposu, radyatörler ve dolaşım borularından oluşmaktadır. Kat kaloriferi üreten ve piyasaya sunan firmalar, üretimlerini büyük ölçüde kazan ünitesi ile sınırlamaktadırlar. Bazı üretici firmalar, kazan ünitesinin yanında genleşme deposu, radyatör ve boyler üretimi de yapmaktadır. Ancak uygulama aşamasında kat ısıtma sistemi, değişik firmalara ait çeşitli ısıtma sistemi bileşenlerinin bir kombinasyonu ile ortaya çıkmaktadır. şekil 1’de ideal bir kat ısıtma sistemi bileşenleri topluca görülmektedir.

Kazan ünitesi; kat ısıtma sisteminin en önemli bölümü olup, ısıtma suyuna gereken sıcaklığı kazandırarak radyatörlere gitmesini sağlar. Kazan ünitesi içerisinde, suyun ısıtıldığı bir depo, bu depoyu çevreleyen veya ortasında yer alan yanma hücresi, yakıtı yanma hücreğine püskürtten brülör, ısıtma suyunun sistemde dolaşmasını sağlayan bir dolaşım pompası, çeşitli kontrol organları ve kazan ünitesi üzerinde bir kontrol paneli bulunmaktadır. Kazan ünitesi içerisinde yer alan brülör; fan, pompa, motor, filtre, ısıtıcı ve kontrol aygıtlarından oluşmaktadır. Isıtma sistemlerinde kullanılan dolaşım pompalarının sağlaması gereken debi değeri, ısıtma sisteminin toplam ısı yüküne göre belirlenen bir büyüklüktür. Pompa basıncı ise, kritik boru devresinde suyun dolaşımı sırasında karşılaşılabilecek özel direnç ve sürtünme dirençlerinin toplamı ile belirlenir. Bu şekilde saptanan pompa debisi ve basıncı ile pompa seçimi yapılır. Standart ısı yükü değerlerine göre üretilen kazan ünitelerinde yer alan sabit devirli dolaşım pompaları ise, kat ısıtma sisteminde ortaya çıkan

toplam basınç kaybını karşılayacak şekilde ayarlanabilir bir debi sağlayamaz. Sistemde dolaşan suyun debisi; ya gereğinden fazla ya da gereğinden az olabilir. Bu nedenle dolaşım pompalarının değişken devir sayılı olma özelliği önem kazanmaktadır. Kat kaloriferlerinde kullanılan dolaşım pompaları genellikle üç veya dört ayrı devir sayısında çalışabilecek şekilde kademeli devir sayılı olarak üretilmektedir.

Genleşme deposu; sistemde ısıtılan suda ortaya çıkan genleşmeleri ve zamanla sistemde eksilen suyu karşılamaya yarayan depodur. Günümüzde kazan üniteleri kapalı genleşme deposu olarak piyasaya sürülmektedir. Kapalı genleşme deposu kat kaloriferlerinde sistemin ilk işletmeye alınması sırasında basınç dengelemesinin titizlikle yapılmasında yarar vardır. Kat ısıtma sistemlerinin işletme koşullarına uygun olarak, sistemde kullanılacak olan radyatörlerin kısa sürede konfor sıcaklığını sağlayabilecek özellikte olması istenir. Radyatörlerden yayılan ısı; ışıının yanı sıra büyük ölçüde taşınım ile olmaktadır. Radyatörlerin ısı ışıının yeteneği siyah ve mat boya ile ve yüzey projeksiyon alanının artması ile artar. Kat ısıtma sistemlerinde hem çabuk ısınma özelliği, hem de ısı ışıının değerinin yüksekliği bakımından en iyi çözüm, alüminyum panel radyatörler olmaktadır.

Ülkemizde birçok firma tarafından yapılan kazan ünitesi üretimi; büyük ölçüde lisans anlaşmalarına dayalı olarak yabancı firmaların izniyle ve kısmen de kendi ürettikleri teknoloji ile yapılmaktadır. Kazan ünitelerinin ısı kapasiteleri ile ilgili bir standart olmayışı nedeniyle, değişik firma ürünleri arasında ağırlık ve boyut yönünden farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda; kazan ünitesi seçiminde kalite ve kullanım amacına uygunluk yanında boyut da bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Kazan ünitesi ile ilgili olarak ülkemizde bilinen standart; şubat 1992 tarihli “TS 9876 Kazanlar-Kat Kaloriferleri İçin-Sıvı Yakıtlı” olup, anma ısı gücü en çok 52 000 kcal/h olan kat kaloriferi kazanlarında kullanılacak elemanlar, malzeme ve imal usulü yönünden uyulması gereken esasları vermektedir. Gelişen teknolojinin getirmekte olduğu yeniliklerin sürekli olarak uygulanmakta olduğu gerçeği gözönüne alınır, standart oluşturma konusunda da zorlukların ortaya çıkması doğaldır. Ancak; gelişmiş ülkelerdeki mevcut durum, ülkemiz koşulları ve teknolojik gelişmeler gözönüne alınarak, kat kalorifer kazan ünitesi üretiminde belirli esasların oluşturulması olanaklıdır. Bu esaslar, yapının projelendirilmesi aşamasından başlayan ve mekan tasarımında kat ısıtma sistemi ile ilgili faktörleri de gözönüne alan, enerji ve malzeme tasarrufunu ön plana çıkaran,

estetik ve kullanım kolaylığı getiren bir çerçevede oluşturulmalıdır.

4. Kat Isıtma Sisteminde Yapı Bileşenleri

Yapıyı oluşturan duvar, pencere, tavan, döşeme gibi yapı bileşenleri; yapısı homojen kabul edilebilen bir tek malzemenin veya farklı özellikte homojen birkaç tabakadan oluşabilir. Ülkemizde kullanılan dış duvar ve pencerelerin ısı yalıtımı yönünden sahip olması gereken özellikleri veren 16 Ocak 1985 tarihli Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yönetmeliği’nde, yapı malzemesine bağlı olarak çeşitli türden duvar örnekleri için standart kalınlıklar oluşturulmuştur. Kat ısıtma sistemleri, merkezi ısıtma sistemlerinden farklı olarak tavan ve döşemeden de ısı kaybeden mahaller için tesis edilmeleri nedeniyle, dış duvarların yanı sıra tavan ve döşeme konstrüksiyonu da önem kazanmaktadır. Uygun şekilde projelendirilmemiş tavan ve döşemeye sahip yapılarda, kat ısıtma sistemi verimsiz bir şekilde çalışmaktadır. Çuhadaroğlu [1] tarafından yapılmış olan bir çalışmada; örnek bir yapıya ait mimari proje esas alınmış ve çeşitli türden yapı bileşenleri farklı kombinasyonlar halinde biraraya getirilerek, yapıdaki bir kat için ısı gereksinimi hesapları yapılmıştır. Bu çalışma sonuçları göstermektedir ki; kat ısıtma sisteminin merkezi ısıtma sistemine göre olan ısı gereksinimi artışında, dış duvarın yalıtım durumunun herhangi bir etkisi yoktur. Diğer bir deyişle; yalıtımsız dış duvar uygulamasında, merkezi ısıtma sisteminde yalıtımlı dış duvar durumuna göre olan ısı gereksinimi artışı, aynı dış duvar örnekleri için kat ısıtmalı sistemde de yaklaşık aynı düzeydedir. Bu durum; ısıtma sisteminin seçiminde dış duvar konstrüksiyonunun herhangi bir rolünün olmadığını göstermektedir. Aynı çalışmada ayrıca, kat için ısıtma giderlerinin artışında tavan-döşeme konstrüksiyonunun oldukça önemli rol oynadığı ifade edilmektedir. Örneğin; yalıtımlı tavan-döşeme olarak projelendirilmiş kat için, kat ısıtma sisteminde, merkezi ısıtma sistemine göre ısıtma gideri yaklaşık %30 oranında artarken, yalıtımsız tavan-döşeme durumunda artış oranının %100 civarında olduğu hesaplanmıştır. Bu örnek hesaplar göstermektedir ki; ısıtma sisteminin yapıların projelendirilmesi aşamasında mutlak surette göz önüne alınması gerekmektedir. Merkezi ısıtma sisteminin öngörüldüğü yapılarda, tavan-döşeme konstrüksiyonu için ısı yalıtım uygulamasına gerek yoktur. Ancak kat ısıtma sistemi uygulanacak yapılarda tavan-döşeme konstrüksiyonu mutlaka ısı yalıtım malzemesini de içermelidir. Yapıda tavan ve döşemenin yalıtımlı olması ile ortaya çıkacak olan ek yapı maliyeti, yapıdaki toplam maliyete ekleneceği için yapıdaki kat maliyetleri de eşit oranda artarak daire

sahiplerine yansiyacaktır. Buna karşın; ısı yalıtımlı tavan-döşeme uygulamasına sahip yapılarda kullanılacak olan kat ısıtma sistemi, ısı yalıtımsız tavan-döşeme uygulamasına sahip yapılardaki kat ısıtma sistemine göre, daha düşük ilk yatırım maliyeti ve çok daha düşük bir ısıtma gideri göstereceği için, uzun vadede daha ekonomik olacaktır. Kat ısıtma ve merkezi ısıtma sistemleri arasında yakıt maliyeti, ilk yatırım maliyeti, konfor, gürültü, mimari önlemler vb. açılardan bir karşılaştırma [2] no'lu kaynakta yapılmaktadır.

5. Sonuç

Bireysel bir uygulama olan kat ısıtma sisteminin işletilmesinde tamamen kullanıcının kontrolünde olan bir ısıtma söz konusudur. Kat ısıtma sistemi kullanıcısı, kendi günlük yaşamına uygun zamanlarda ısıtma yapabilir veya uzun süreli olarak kat ısıtma sistemini çalıştırmayabilir. Ayrıca, kattaki değişik mahallerin ortam sıcaklıklarını istediği gibi kontrol ederek daha ekonomik bir ısıtma yapmak isteyebilir. Kat ısıtma sisteminde ortaya çıkan bu tür işletme koşulları, yapı ve kat ısıtma sistemi ile ilgili bazı yeni yasal düzenlemelerin yapılmasını ve yeni kriterlerin göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Örneğin;

I-Kat ısıtma sistemi uygulanacak olan yapılarda, tavan ve döşeme konstrüksiyonu

mutlaka yalıtımlı olmalıdır. Isıtma giderlerinin hukuki açıdan soruncu yaratmayacak şekilde daire sahiplerine yansıtılması, diğer bir deyişle; kat ısıtma sistemi sahibinin sadece kendi dairesini ısıtacak kadar para harcaması ancak yalıtımlı tavan ve döşeme uygulaması ile sağlanabilir. Ayrıca; tavan ve döşemenin yalıtımlı olması ile, kat ısıtma sistemi daha ekonomik çalışacağı için ülke ekonomisine de dolaylı olarak katkı sağlanacaktır. Ülkemizde kat ısıtma sistemlerinin uygulanması konusunda bir yönetmelik eksikliği olduğu görülmektedir. Bu yönde hazırlanacak uygun bir yönetmelik ile, standart yalıtımlı tavan ve döşeme konstrüksiyon örnekleri oluşturulmalı ve uygulanmaları zorunlu hale getirilmelidir.

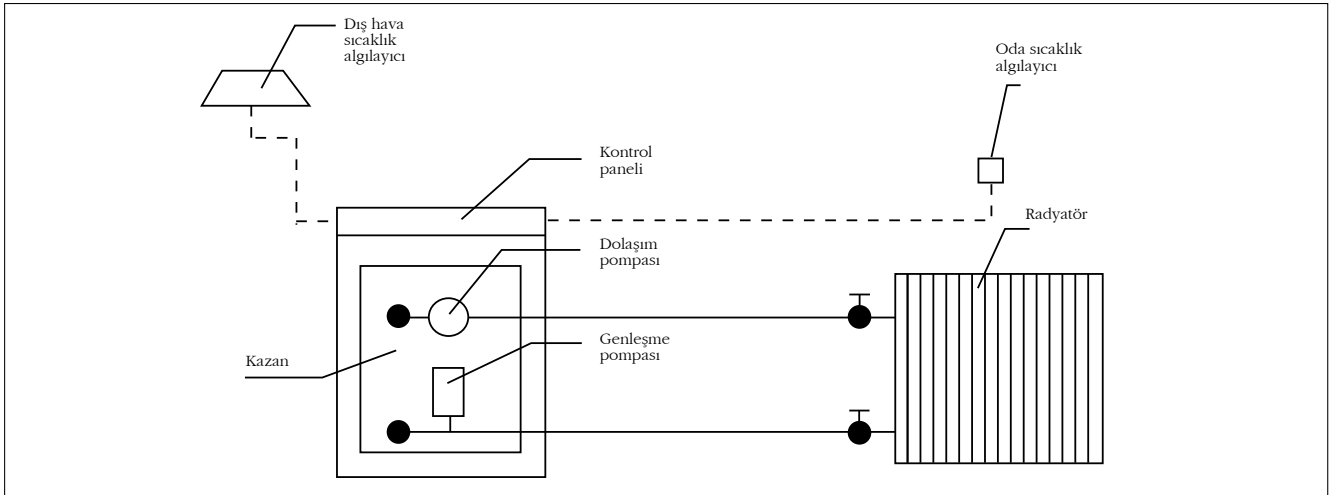
II- Tavan ve döşemenin yalıtımsız olduğu yapılarda, alt ve üst kata olan ısı kayıplarının mutlaka göz önüne alınması ve ısı kaybı hesaplarının bu temelde yapılması gerekmektedir. Isıtılmayan hacim olarak öngörülen alt kat ve üst kata ait proje hesap sıcaklık değerleri için yeni bir düzenleme yapılmalıdır. Alt kat ve üst katın ısıtma durumuna (kat ısıtmalı, sobalı gibi), dış ortam sıcaklığına ve mimari duruma bağlı olarak kat ısıtma sistemi için yeni ısıtılmayan hacim sıcaklık verileri belirlenmeli ve yönetmeliğe dahil edilmelidir.

III-Kat ısıtma sistemlerinin; merkezi ısıtma sisteminden farklı olarak, alt ve üst

kattaki ısıtma durumuna bağlı olmak üzere çok değişken bir ısı yükünü karşılaması gerekmektedir. Alt kat ve üst kattaki ısıtma durumu ve tavan-döşeme konstrüksiyonunun özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan bu ısı gereksinimi değişim miktarı, kat kaloriferi kazan ünitesi tasarımında ve kat ısıtma sisteminin kurulmasında mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

IV-Kat ısıtma sisteminde ortaya çıkan işletme koşullarının, sistemin ekonomik ve konforlu olarak çalışmasını etkilememesi için, kat kaloriferi kazan ünitelerinin daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Kat kaloriferi kazan ünitesinin yakıt ve elektrik tasarrufunu göz önüne alacak şekilde tasarlanması ve sistemin otomatik kontrol elemanları ile donatılması, ilk yatırım maliyetini artırıcı olmakla birlikte tesisatın işletilmesinde sağlayacağı tasarruf nedeniyle daha ekonomik olacaktır.

V-Isı gereksinimi kat ısıtma sistemi ile sağlanacak olan yapılarda mimari proje hazırlanırken; kullanım kolaylığı, gürültü yalıtımı, estetik ve dolaşım borularının durumu gibi kriterler göz önüne alınarak, kat ısıtma sisteminin kazan ünitesi, yakıt deposu gibi elemanları için uygun yer tasarımının yapılması gerekmektedir.



Şekil 1. Basit kat sistemi bileşenleri

Referanslar:

1. Çuhadaroğlu, B., Kat Isıtmasında Tasarım Kriterleri, III Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir, 20-23 Kasım 1997, 903-913.
2. Bireysel Isıtma (Kombi) ve Bina Bazında Merkezi Isıtma Sistem Karşılaştırılması, Isısan Çalışmaları 212.

Burban Çuhadaroğlu

Burban Çuhadaroğlu; 1961 Trabzon doğumludur. İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi 1983 yılı mezunudur. Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden 1986 yılında yüksek mübendis, 1991 yılında Doktor ünvanını 1998 yılında Doçent ünvanını almıştır. Araştırmaları; "Sayısal Akışkanlar Dinamiği", "Hava Kirliliği" ve "Tesisat" konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Makina Mühendisleri Odası, World User Association in Applied Computational Fluid Dynamics ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. Meslek dışı ilgi alanları; doğa, Trabzon tarihi, felsefe ve futboldur. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Otomasyon Sistemleri Satınalma Süreci

Murat Eğrikavuk, Elk. Müh.

ÖZET:

Tipik bir ticari bina projesi için bina otomasyon sistemleri satın alma süreci, kavram aşamasından sözleşme sonrasına kadar tüm safhaları ile alınmaktadır. Bu sürecin olabildiğince sağlıklı ve gecikmelere yol açmadan yürütülebilmesi için öneriler getirilmektedir.

Procurement Process for Building Management Systems

ABSTRACT:

The procurement process for a building management system is covered through all its phases from conception to final contract. Suggestions and guidelines are established to carry out this process smoothly and without causing delays.

1. Giriş

Sektörümüzün bugünkü koşullarında yatırımcı açısından firma seçiminde en çok problem yaratan, uğraştıran ve gecikmelere yol açan konulardan biri (ne yazık ki) bina otomasyon sistemidir. Bunun çeşitli nedenleri vardır.

- İhtiyaç duyulan otomasyon sisteminin kapsam ve özelliklerinin satıcı firmayı bağlayacak şekilde tanımlanmaması,
- Elektrik ve mekanik disiplinler arasında kalan bina otomasyon sisteminin iki grup tarafından da sahiplenilme çabası (ya da tersi durum, yani iki grubun da konudan uzak durma çabası),
- İşveren, yüklenici ya da danışmanın konuyla ilgili tecrübesinin sınırlı olması nedeniyle kritik konularda tereddütte kalması ve kararların sürekli ileriye ertelenmesi gibi nedenlerle tipik olarak bina otomasyon sistemi en son karar verilen konu olmaktadır. Oysa bina otomasyon firması, projenin çok erken bir aşamasında belirlenmiş olmalıdır. Zira binada kullanılan her türlü malzeme, sistem ve ekipman bir şekilde bina otomasyon sistemi ile ilişkilidir ve diğer sistemlerin temini sırasında otomasyon sistemi ile kurulacak ilişkisi dikkate alınmalıdır. Mekanikte soğutma grupları, fan-coil cihazları, VAV kutuları gibi cihazlar, yağmurlama sistemi; elektrikte ise motor kontrol panoları, yangın ihbar sistemi gibi konular, otomasyon sistemi dikkate alınmaksızın değerlendirilip projelendirilirse problemlerin yaşanması kaçınılmazdır. Bu yazıda bina otomasyon sistemleri satın-alma aşamasında yaşanan problemler ve darboğazlar ele alınmakta, çözüm önerileri getirilmektedir.

2. Genel Uygulama

Önce en sık karşılaştığımız yaygın uygulamayı inceleyelim:

Tipik olarak birden çok otomasyon firmasına binanın tesisat projeleri verilmekte ve bu projelere uygun olarak bir “bina otomasyon sistemi” teklifi vermesi istenmektedir. Doğal olarak her firma, kendi mühendislik anlayışına, tecrübelerine ve müşterisinin arzularına dair subjektif bir değerlendirmeye göre sistem konfigürasyonunu oluşturmaktadır. Neticede farklı firmaların teklifleri arasında hem fiyat, hem de kapsam olarak çok büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Tekliflerin birbirine eşdeğer olmadığını ve sadece dip rakama bakarak bir karar verilemeyeceğinin bilincine varan alıcı, kendisi için en doğru konfigürasyonu bulmak ve tüm firmaların aynı bazda teklif vermesini sağlamak için uğraşmakta; sonu gelmez bir firmalar arası görüşmeler ve teklif revizyonları zincirine girilmektedir. Ya da işveren bir firmaya bir ön çalışma yaptırıp teklif hazırlatma, diğer firmalardan da buna uygun teklif verilerini istemektedir. Bu durumda ikinci firmanın klasik yaklaşımı, “bu keşif yanlış hazırlanmış, aslında şöyle olmalıydı” diyerek son derece inandırıcı bazı mühendislik yorumları ile yeni bir çalışma hazırlamaktadır. Böylelikle tekrar içinden çıkılmaz görüşmeler ve teklif revizyonları zincirine girilmektedir. Bu yıpratıcı çarka girmeden sağlıklı bir değerlendirme ile doğru sistem/doğru firmaya nasıl karar verilebilir?

3. Satınalma aşamaları

Kanımızca “kavram” safhasından sözleşme safhasına aşağıdaki aşamalardan geçilerek ulaşılmalıdır.

3.1. Öneleme: Teklif alınacak firmalar bir önelemeye tabi tutularak seçilmelidir. Otomasyon firması, bir projede kendi başına taahhüdünü yerine getiren bir firma olamaz. Hem elektrik, hem de mekanik grupla, hem de iki grubun muhtelif taşeronlarıyla uyum içinde çalışması ve her aşamada koordinasyon sağlaması gereklidir. Teknik bilgi yanında tecrübenin çok önemli olduğu bu konuda güvenilir az sayıda firmanın ihale sürecine dahil edilmesi, daha sağlıklı bir yaklaşım olur.

3. 2. Sistemin tariflenmesi (şartname): Satınalma kararının doğru ve hızlı verilebilmesi açısından en kritik aşama budur. Satıcı firmaların aynı bazda, aynı kapsamda ve aynı kalitede bir sisteme teklif vermeleri için

istenen sistem açık ve net biçimde tariflenmiş olmalıdır. Bu kritik konu aşağıda daha ayrıntılı olarak işlenmiştir.

3. 3. Teklif toplama:

Daha önce uygun görülmüş firmalara teklif isteme evrakları aynı anda gönderilmeli ve belirlenmiş kesin bir tarihe kadar tekliflerini iletmeleri şart koşulmalıdır. Firmaların teklif hazırlamadaki hızları ve belirlenmiş tarihlere uyabilme yetenekleri, ileride uygulama aşamasında olabilecek performanslarının da bir göster-gesidir. Firmalar, kendi görüşleri ve mühendislik anlayışları doğrultusunda değil, verilen evraklarda tariflenen sisteme birebir uygun teklif vermeleri, ayrıca bu evrakların bağlayıcı olduğu konusunda özellikle uyarılmalıdır (hatta bu evraklara imza ve kaşe istenmelidir). Firmaların yapılan tasarıma itirazları varsa bunları ayrı bir yazı olarak vermeleri ve tasarımın seçilen firma ile sözleşme sonrasında bir kez daha ele alınacağı beyan edilmelidir. Ancak bu sayede “elmayla elma” karşılaştırılabilir, yani haksızlıkların önüne geçilerek eşdeğer tekliflerin aynı bazda yarışması sağlanabilir.

3. 4. Teklif değerlendirme: Tekliflerin fiyat değerlendirmesine geçmeden önce muhakkak teknik değerlendirmesi yapılmalı ve eşdeğer tekliflerin masaya geldiğine emin olunmalıdır. Bu teknik değerlendirmede teklif veren firmaların da görüşleri alınabilir. Ancak herhangi bir firmanın çalışmasını, fiyatsız da olsa diğer bir firmaya göstermeden önce nezaketen onayı ve izni alınması doğru olur.

3. 5. Firma seçimi:

Firma seçiminin yalnızca fiyat kriterine göre yapılmasının yanlışlığını burada tekrar etmeye gerek yok. “Nasıl olsa bunlar ön elemeyen geçen firmalar, teklifleri eşdeğer baza getirmek için de bu kadar uğraştık, artık geriye bir tek fiyat konusu kaldı” düşüncesi her zaman doğru olmayabilir. Özellikle “rakibim ne fiyat veriyorsa ben %5 altına yapayım” ciddiyetsizliğine giren firmalara itibar etmek, astarı yüzünden pahalıya çıkacak bir işe davetiye çıkarmak olur.

3. 6. Sözleşme:

Otomasyon konusunda, aslında her konuda olduğu gibi, sözleşmesiz iş yaptırmak iyi bir fikir değildir. Bu konuda yapılacak sözleşmenin önemli işlevlerinden biri, işveren ile otomasyon firmasının sorumluluklarının açıkça belirlenmesidir. Özellikle uç bağlantılarının yapılması, saha elemanı montajı gibi konuların kimin yükümlülüğünde olacağı belirsiz bırakılmamalıdır.

3. 7. Sisteme son şekline verilmesi: Sözleşme sonrasında ama siparişin verilmesinden önce seçilen firma ile yapılacak teknik çalışmalar neticesinde sistem konfigürasyonunda uygun görülen değişiklikler yapılabilir.

4. Sistemin Tariflenmesi

Yukarıdaki aşamalardan en kritik olan sistemin açık, net ve yoruma gerek bırakmayacak şekilde tariflenmesi olduğunu söylemiştik. Peki, bu ne şekilde sağlanabilir? Otomasyon sisteminin genel özelliklerini metin olarak anlatan bir şartname yararlıdır ama tek başına kesinlikle çok yetersizdir. Bu, binada kullanılacak pompaların genel özelliklerini belirleyip kapasitelerinden hiç sözetmemeye benzer. Gerçekte sistem kapsamını belirleyen çalışmalar ve evraklar farklıdır. Bunlar aşağıdaki-lerin bir kısmını ya da tamamını kapsayabilir:

- Nokta analizi
- Otomasyon akış şemaları
- Otomasyon sistemi kolon şeması
- Kontrol senaryoları
- Vana seçim çizelgeleri
- Malzeme dağılım çizelgesi
- Malzeme keşfi (fiyatlandırma sayfası)

Bu çalışmaların herbirinden bir örnek ekte verilmiştir. Bu çalışmaların ne kadar fazlası hazırlanıp teklif hazırlayacak firmalara iletilebilir o kadar iyi. Ancak gerçekte daha teklif toplama aşamasında bu çalışmaların tamamının yapılmış olmasını beklemiyoruz.

Bunlar arasında tek başına yukarıda anlattığımız anlamda eksiksiz olarak tek başına kapsamı belirleyebilecek tek evrak nokta analizidir. Ancak nokta analizinin bu işlevi yerine getirebilmesi için aşağıda anlatılan bazı şartları sağlaması gereklidir. Nokta analizi, otomasyon sisteminin saha panellerine bağlanacak olan her türlü giriş/çıkış noktasının ayrıntılı bir tablosudur. Söz konusu saha panelleri "programlanabilir" özellikte olduğu için nihai çalışma senaryolarının belirlenmesi daha sonraya bırakılabilir. Bu aşamada önemli olan ihtiyaç duyulabilecek senaryoları gerçekleştirmek için gerekli noktalar ile bunlara ait saha ekipmanlarının sisteme dahil edilmiş olmasıdır.

Tek başına belirleyici olabilmesi açısından doğru hazırlanmış bir nokta analizi her nokta için aşağıdaki bilgileri içermelidir:

1. Açıklayıcı tarif.

2. Gerekli malzeme:

Bazı noktalar için otomasyon firmasının herhangi bir saha ekipmanı temin etmesi gerekmez (örneğin bir pompanın termik alarm bilgisi). Ancak otomasyon firmasından saha ekipmanı gerektiren noktaların yanında bu ekipmanın teknik özellikleri yer almalıdır. Herhangi bir firmanın malzemesinin model numarasının bir anlamı yoktur. Yani örneğin DMP16B2 gibi bir kod değil, "3 m²'ye kadar damperler için yaygeri dönüşlü on/off damper motoru" gibi bir açıklama kullanılmalıdır. Ayrıca vanalar söz konusu olduğunda bağlantı şekli, PN sınıfı, vana tipi ve nominal çapa ek olarak Kv değeri de verilmelidir (İdeal olan hesaplanan, ya da minimum Kv değerinin verilmesidir)

3. Yeri:

Nokta analizi ayrıca bu noktaların bina içindeki fiziksel yerleri ve dağılımına ilişkin bilgiyi de içermelidir. İdeal olarak bina içinde cihazların yer aldığı teknik hacimlere göre gruplanmış olarak listelenmelidir. Bu sayede otomasyon firması, saha panellerini oluştururken hangi noktaları bir arada değerlendirebileceğini bilebilir. Bu şekilde hazırlanmış bir nokta listesi, otomasyon firmasının hem süratle teklif hazırlayabilmesini sağlar hemde firmalar arası fiyat uçurumlarına yol açan yanlış değerlendirmeleri engellemiş olur. Peki bu çalışmayı kim hazırlayacak?

Otomasyon sistemleri üzerine uzmanlaşmış ve herhangi bir üreticiye bağlı olmaksızın danışmanlık hizmeti veren firmaların henüz ortaya çıkmadığı Türkiye piyasasının bugünkü koşullarında bu çalışmayı yine bir otomasyon firmasının hazırlaması kaçınılmaz olmaktadır. Bu durumda bu firmanın seçimi oldukça önemli bir karar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çoğu otomasyon firması bu görevi herhangi bir ücret talep etmeksizin gönüllü olarak kabul etmektedir. Ancak burada kritik olan, firmanın çalışmayı gerçekten net ve açık olarak ve kendi ürünlerine bağımlı kalmaksızın yapmak konusunda samimiyetidir. Maalesef sektörümüzde bilgiyi yalnızca rakiplerinden değil hatta müşterisinden kasıtlı olarak gizleme çabası içinde olan firmalar bulunmakta. Bu tür bir yaklaşım içindeki bir firmadan bu anlamda yararlanılmasının doğru olmadığı açıktır.

Bu şekilde sistemin teknik ayrıntılarının tariflenmesi dışında otomasyon firmasından beklenen hizmetler de açık olarak belirtilmelidir. Programlama / devreye alma hizmetleri tabii ki otomasyon firmasına ait olacaktır ama bunun dışında aşağıdaki hizmetlerin de kimin tarafından üstlenileceği açık olmalıdır:

- Otomasyon cihazlarının montajı
- Kabloaj
- Otomasyon panosu tasarımı / imalatı
- MCC tasarımı
- Uç bağlantılarının yapılması (otomasyon tarafı / saha tarafı)
- Son kullanıcı eğitimi

Özet olarak,

- Önelemeden geçirilmiş sınırlı sayıda firmadan teklif alınmalıdır.
- Sistem kapsamı (hizmetler dahil) ayrıntılı olarak tanımlanmalıdır.
- Firma seçimi aşamasında bu tanıma %100 uyum koşulu sağlanmalıdır.
- Seçilen firma ile sistem tekrar değerlendirilmeli, uygun görülen değişiklikler yapılarak sipariş bağlanmalıdır.

Ek pratik notlar

Tipik bir otomasyon sisteminde toplam rakama önemli etkisi olan kalemlerden biri kontrol vana ve motorlarıdır. Ayrıca kontrol vanası, sistem performansı açısından en önemli malzemelerdendir. Kaçınılması gereken vana alternatifleri: Firmaların teklif fiyatlarını düşürmek için bu konuda başvurdukları bazı alternatif malzemelere dikkat etmek gereklidir

- Standart otomatik kontrol vanaları minimum 20 mm stroklu globe tipi vanalardır. Strok, yani tam kapalıdan tam açığa olan lineer hareket mesafesi ne kadar uzun olursa,

kontrol hassasiyeti o kadar fazla olur. Ancak daha çok yer sorunu olan fan-coil cihazı gibi terminal ünitelerde kullanılmak üzere geliştirilmiş kısa stroklu vanalar mevcuttur. Tipik olarak 6 mm strok mesafeli bu vanaların otomasyon sistemi yatırımı yapılan bir binada klima santrali türü uygulamalarda kullanılması doğru olmaz. Kontrol hassasiyetindeki kaybın dışında bu vanaların kullanımındaki önemli bir risk gürültü yapma ihtimalidir. Özellikle iki yollu kontrol vanalarının kullanıldığı tesisatlarda basınç düşümü biraz arttığında vana üzerindeki gürültü borulardan bütün binaya yayılabilir. Vananın basınç sınıfının PN16 olması bir şey ifade etmez, dayanma basıncı ile çalışma basıncı farklı kavramlardır. Bu vanaların bir de kızgın su ve buhar sistemlerinde kullanımında dikkatli olunmalıdır, maksimum sıcaklık spesifikasyonları yeterli olmayabilir. Bu dezavantajlarına karşın bazı firmaların hala otomasyon tekliflerini ucuzlatmak için bu vanaları kullandıklarını görmek şaşırtıcıdır.

- Daha da vahim bir yanlışlık, klasik rotary vanaların kullanılmasıdır (shoe-valve). Bu vanaların normalde tek kullanım alanı evsel radyatör sistemlerinde karışım vanası uygulamasıdır. En önemli dezavantajlarından biri sızdırmazlık özelliklerinin çok zayıf olmasıdır. Ayrıca glob tipi vanaların sağladığı hassas eşit-yüzdesel akış karakteristiğini sağlamazlar.

Vana Motorları:

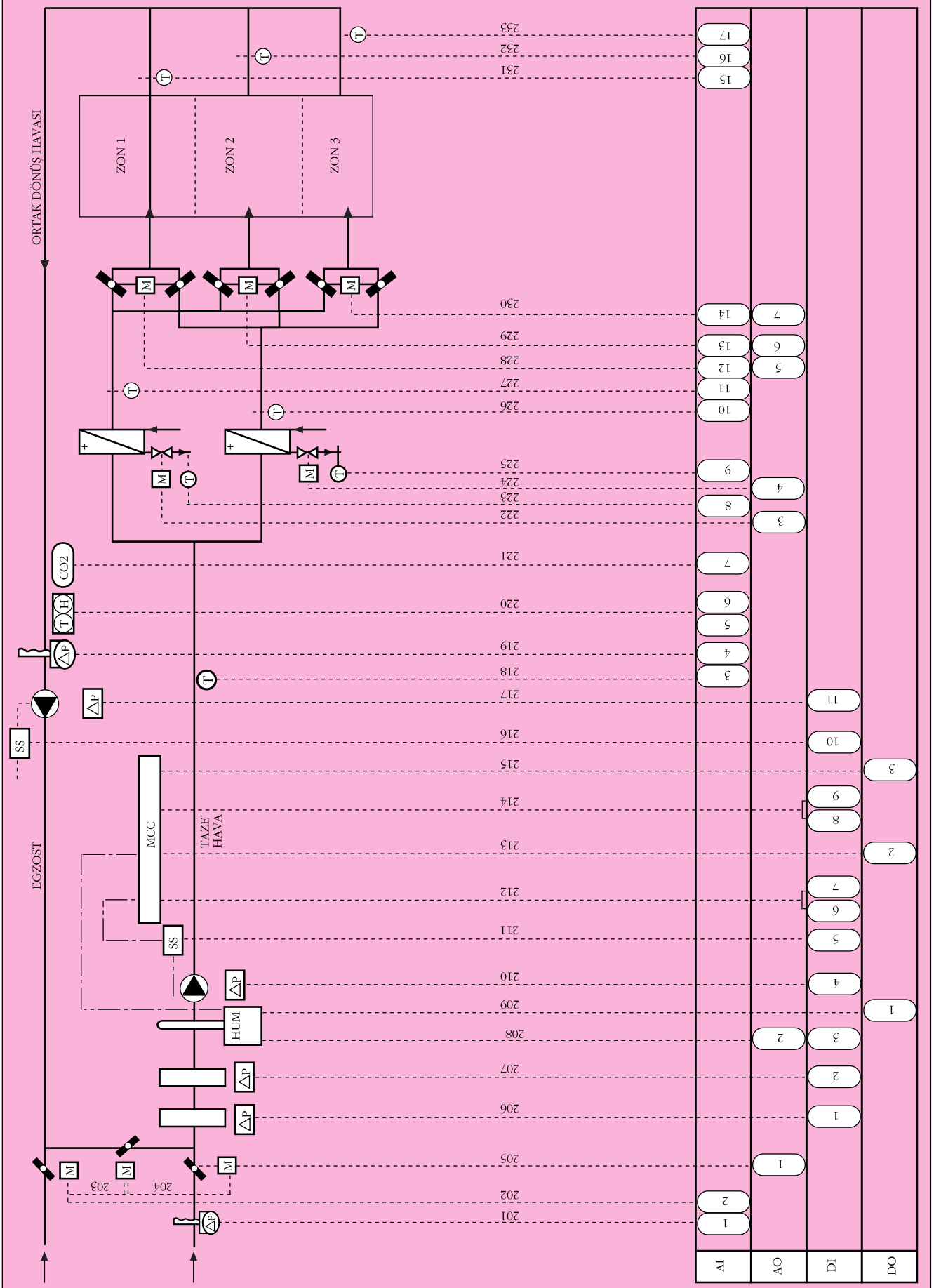
Nispeten biraz yüksek basınçların söz konusu olduğu tesisatlarda özellikle büyük çaplı vanalarda kullanılacak motorlara özel bir önem vermek gerekir. Standart motorlar, vananın kapatma basıncı yenemeyebilir. Bu durumu dikkate alarak teklifini oluşturan bir firma, doğru mühendislik yaptığı halde daha özensiz teklif hazırlamış bir firmaya göre pahalı kalabilir.

Saha Panelleri:

Kimi firmalar tek bir saha paneli ile 128 noktaya, hatta daha yüksek kapasitelere çıkabilirken kimi firmalar ise daha çok sayıda ama daha düşük kapasiteli panellerle çözüm yapmaktadırlar. Genel olarak bu yaklaşımlardan birinin öbürüne göre üstün olduğunu söylemek mümkün değildir. Daha çok sayıda düşük kapasiteli panellerin kullanılması, kabloajda önemli bir tasarruf sağlayabilir. Zira daha çok saha panelinin kullanılması, kabloların bir kaç merkez noktaya toplanması yerine cihazların yanı başındaki saha panellerine çekilmesini sağlar. Analog çıkış bölüştürme: Firmaların sistemlerini ucuzlatmak için başvurdukları "numaralar"ın en ilginçlerinden biri, ısıtma ve soğutma serpantinlerini tek bir analog çıkıştan sürmektir. Bu durumda her iki vana da paralel olarak aynı çıkışa bağlanırken ısıtma vanası 0-5 Volt, soğutma vanası ise 5-10 Volt aralığında çalışacak şekilde ayarlanır.

Bunun önemli bir sakıncası çözünürlüğün en azından yarı yarıya azalmasıdır. Yani vana daha kaba (büyük adımlı) hareketlerle konum değiştirir ve kontrol hassasiyeti azalır. Ayrıca ısıtma ve soğutma arasındaki ölü bantı ayarlama imkanı da kalmaz.

Şekil-1



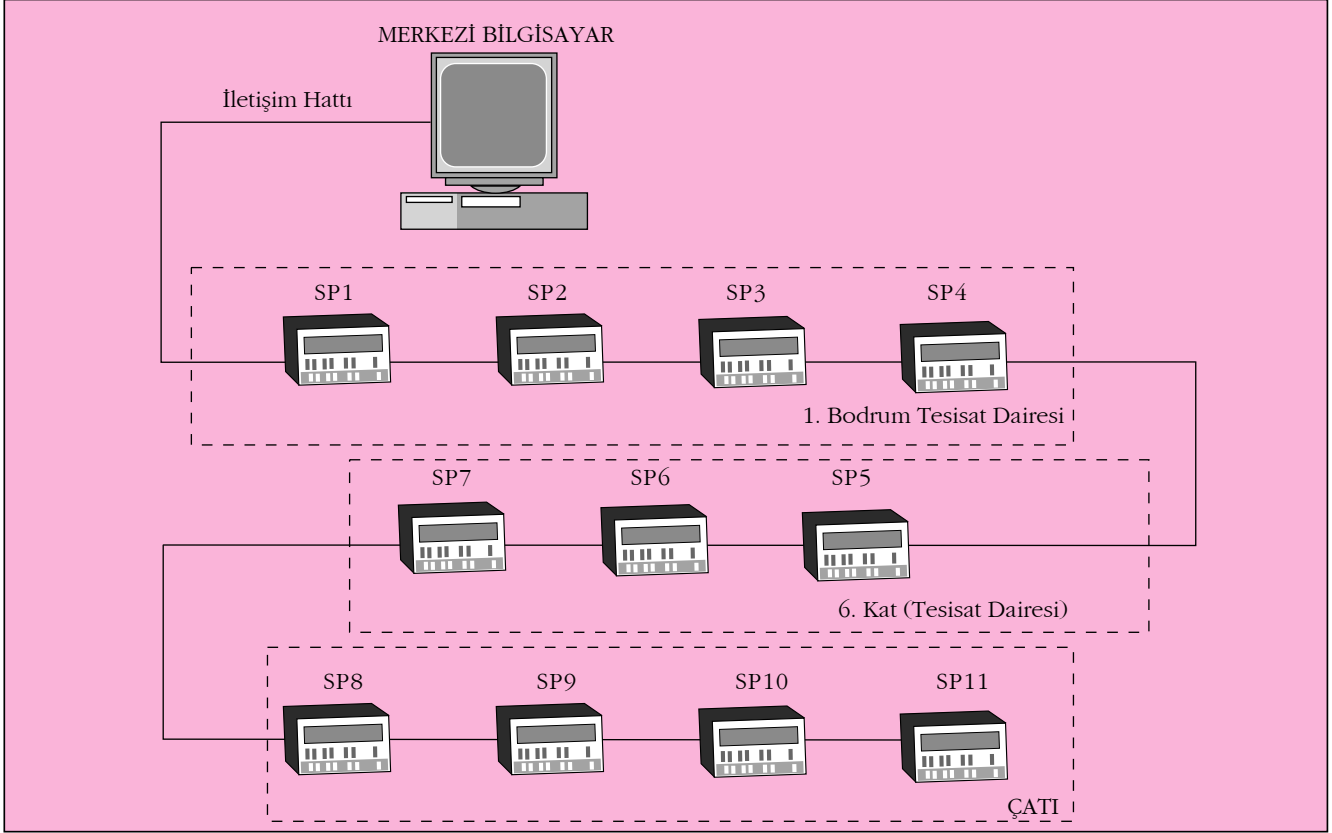
Çizelge.1. Akış şeması verilmiş çok zonlu klima santrali için nokta analizi

AÇIKLAMA	AI	AO	DI	DO	SAHA EKİPMANI
Taze hava debi ölçümü	1				Fark basınç sensörü+ortalama alan prob
Taze hava damper motoru		1			maks. 1.5 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Karışım (by-pas) damper motoru					maks. 1.5 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Egzost damper motoru	1				maks. 1.5 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Filtre 1 kirlilik uyarısı			1		Fark basınç anahtarı, 0..400 Pa ayarlı
Filtre 1 kirlilik uyarısı			1		Fark basınç anahtarı, 0..400 Pa ayarlı
Buharlı nemlendirici		1	1	1	
Gidiş fanı hava akış teyidi			1		Fark basınç anahtarı, 0..1000 Pa ayarlı
Gidiş fanı servis anahtarı durum bilgisi			1		
Gidiş fanı el/oto pako şalter durum bilgisi			1		
Gidiş fanı termik röle durum bilgisi			1		
Gidiş fanı kumanda				1	
Dönüş fanı kumanda				1	
Dönüş fanı termik röle durum bilgisi				1	
Dönüş fanı el/oto pako şalter durum bilgisi			1		
Dönüş fanı hava akış teyidi			1		Fark basınç anahtarı, 0..1000 Pa ayarlı
Dönüş fanı servis anahtarı durum bilgisi			1		
Fan çıkışı hava sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Dönüş havası sıcaklık+nem oranı	2				Kanal tipi kombine sıcaklık+nem sensörü
Dönüş havası debi ölçümü	1				Fark basınç sensörü+ortalama alan prob
Dönüş havası CO2 ölçümü	1				Kanal tipi CO2 sensörü
Istıtcı serpantin kontrol vana+motoru			1		2-yollu, flanşlı, PN16, Kv min 36
Soğutucu serpantin kontrol vana+motoru		1			2-yollu, flanşlı, PN16, Kv min 79
Istıtcı serpantin dönüş suyu sıcaklığı		1			Daldırma tipi sıcaklık sensörü
Soğutucu serpantin dönüş suyu sıcaklığı	1				Daldırma tipi sıcaklık sensörü
Sıcak kanal sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Soğuk kanal sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Zon1 karışım damperleri	1	1			maks. 0.8 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Zon2 karışım damperleri	1	1			maks. 0.8 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Zon3 karışım damperleri	1	1			maks. 0.8 m ² , yay-geri-dönüşsüz
Zon1 dönüş sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Zon2 dönüş sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Zon3 dönüş sıcaklığı	1				Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı
Ara Toplam	17	7	11	3	

Çizelge.2. Örnek Malzeme Dağılım Çizelgesi

	AHU 1	AHU 2	AHU 3	AHU 4	Kazanlar	TOPLAM
Duyar Elemanlar						
Daldırma tipi sıcaklık	2	2	2	2	4	12
Kanal tipi sıcaklık	6	2	3	6		17
Oda tipi sıcaklık		1				1
Kanal tipi sıcaklık+nem	1	1	1	1		4
Sıvı fark basınç (0-10 bar)					1	1
Hava için fark basınç (0-10 mbar)	2	4	4	2		12
Hava akış hızı probu	2	4	4	2		12
Kanal tipi CO2 sensörü	1			1		2
Fark basınç anahtarı (400 Pa)	2			2		4
Fark basınç anahtarı (1000 Pa)	2	2	2	2		8
Donma termostatı		1	1			2
Vana Gövdeleri						
2 yollu, dişli, ND20, Kv 2.5						0
2 yollu, dişli, ND25, Kv 4		1				1
2 yollu, dişli, ND25, Kv 6.3	1		1			2
2 yollu, dişli, ND25, Kv 10				1		1
2 yollu, dişli, ND32, Kv 16		1				1
2 yollu, dişli, ND40, Kv 25	1		1			2
3 yollu, dişli, ND20, Kv 2.5				1		1
3 yollu, dişli, ND25, Kv 10						0
3 yollu, dişli, ND50, Kv 40					1	1
Motorlu kelebek vana, on/off, DN80					1	1
Motorlar						
Oransal vana motoru	2	2	2	2	1	9
On/off vana motoru						0
YGD'süz oransal damper mot. (0.8 m ²)	3	3	3	3		12
YGD'süz oransal damper mot. (1.5 m ²)	3			3		6

Şekil 2. Örnek Sistem Şeması



Çizelge 3. Örnek vana seçim çizelgesi

	Sistem				Vana			
	Kapasite (kcal/hr)	ΔT (°C)	Debi (m ³ /hr)	P_{max} (kPa)	Kv (Hesap)	Kv (standart)	DN (mm)	ΔP (kPa)
AHU-1 Isıtıcı Serpantin	60,000	20	3.1	6	13.8	16	32	3.8
AHU-1 Soğutucu Serpantin	76,000	5	15.2	18	35.8	40	50	14.4

Çizelge 4. Otomasyon malzeme keşfi

• Merkezi Bilgisayar Sistemi Ekipmanları		
Firma, kendi sistemlerine göre ayrıntılandırılacaktır.		
• Saha Panelleri		
Firma, kendi sistemlerine göre ayrıntılandırılacaktır.		
• Hissedici elemanlar		
1	Daldırma tipi sıcaklık hissedicisi, 120mm, kovana ile	35
2	Kanal tipi sıcaklık hissedicisi, 200 mm	22
3	Oda tipi sıcaklık hissedicisi, ayar potansiyometreli	4
4	Oda tipi sıcaklık + nem hissedicisi	0
5	Kanal tipi sıcaklık + nem hissedicisi	9
6	Sıvılar için fark basınç hissedicisi, 0...10 bar	3
7	Hava için basınç hissedicisi, 0...10 mbar	33
8	Hava akış ölçüm probu	23
9	Flow switch	2
10	Kanal tipi CO2 hissedicisi	2
11	Hava içi fark basınç anahtarları, 40 - 400 Pa	22
12	Manuel resetli donma termostatu, 6 metre	1
13	Yay geri dönüşsüz oransal damper motoru, 8 Nm	35
• Vanalar ve vana motorları		
12	yollu oransal motorlu vana, DN20, Kv 2.5, PN16	5
22	yollu oransal motorlu vana, DN25, Kv 4, PN16	3
32	yollu oransal motorlu vana, DN25, Kv 6.3, PN16	2
42	yollu oransal motorlu vana, DN25, Kv 10, PN16	6
52	yollu oransal motorlu vana, DN32, Kv 16, PN16	1
62	yollu oransal motorlu vana, DN40, Kv 25, PN16	4
73	yollu oransal motorlu vana, DN25, Kv 10, PN16	2
83	yollu oransal motorlu vana, DN50, Kv 40, PN16	1
9	Motorlu kelebek vana, DN80	1

Murat Eğrikavuk

1966 yılında doğdu. 1988 yılında Boğaziçi Üniversitesi Elektrik Mühendisliği bölümünü bitirdikten sonra günümüze kadar Ontrol firmasında otomatik kontrol ve bina otomasyon sistemleri üzerine çeşitli görevler aldı.

Halen aynı firmada yöneticilik yapmaktadır.