

84972

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAPALI OLİMPİK YÜZME HAVUZLARINDA
İKLİM KOŞULLARININ SAĞLANMASI

Mak. Müh. A. Selim DALKILIÇ

F.B.E Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Galip TEMİR

Doç. Dr. Galip Temir

Doç. Dr. Galip Temir

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	i
ŞEKİL LİSTESİ	iii
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	ix

1. YÜZME HAVUZLARI

1.1	Yüzme Havuzlarının Çeşitli Şekillerde Tasnifleri	1
1.1.1	Sirkülasyonlu yüzme havuzu	1
1.1.2	Doldurmalı – boşaltmalı havuzlar	2
1.1.3	Flow – through pool	2
1.1.4	Yapılarına göre	2
1.1.5	Kullanılan çevreye göre	3
1.1.6	Suyun cinsine göre	3
1.1.7	Havuzun kullanım amacına göre	3
1.1.8	Havuzun taşma sistemine göre	3
1.1.9	Havuzun inşa tarzına göre	4
1.1.10	Yukarıdaki tasniflere göre değerlendirme yapılırken ; cevaplandırılmaya çalışılacak sorular	4
1.2	Havuzu Yerleştirirken Aranılan Hususlar	5
1.2.1	Havuz büyüklüğünün belirlenmesi	5
1.2.2	Havuz yerleştirilirken göz önünde tutulacak hususlar	6
1.3	Havuzlarda Temel Ölçüler	6
1.3.1	Olimpik havuzlar	7
1.3.2	Sportif amaçlı çalışma havuzları	7
1.3.3	Olimpik, çalışma ve umuma açık büyük havuzlarda havuzun bir uzun kenarında yürüme yolu genişliği	8
1.3.4	Havuzlarda eğim	10
1.4	Havuz Makina Dairelerinin Temel Ölçüleri	10
1.4.1	Havuzda üstten veya yandan taşma sistemi seçilmiş ise	10
1.4.2	Galeri genişlikleri	10
1.5	Havuzlarda Tesisatın Genel Tanıtımı	11

1.5.1	Havuz suyu filitreleme tesisatı	11
1.5.2	Havuz suyu dezenfeksiyon sistemleri	13
1.5.3	Havuzun doldurulması ve eksilen suyun ikmali	16
1.5.4	Havuzun boşaltılması	17
1.5.5	Elektrik tesisatı	18
1.5.6	Suyun ısıtılması veya soğutulması	18
1.5.7	Kapalı havuz mahallerinin ısıtılması	18
1.5.8	Bazı aksesuarlar ve armatürler	20
1.5.9	Yüzme havuzlarında duş suyu geri kazanım sistemi	22
1.6	Havuz Bakım Notları	23
1.7	Yüzme Havuzlarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	23
1.8	Havuzlarda Su Kaçakları Sebepleri ve Çareleri	24
1.9	Havuz Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	26
1.10	Havuz Suyu Filtreleme Tesisatı	29
1.10.1	Kum filtreleri ve görevleri	30
1.10.2	Ters yıkama yapılmasının nedeni	30
1.10.3	Ters yıkamanın zamanı ve süresi	31
1.10.4	Kum filtresinin optimal bakımı	32
1.10.5	Kumun değiştirilme zamanı ve cinsi	32
1.11	Yüzme Havuzu Mekanik Tesisatı Hesapları	36
1.11.1	Havuzda uygulanacak sistemler	36
1.11.1.1	Filtreleme sistemi	36
1.11.1.2	Topaklama (Flocculation)	37
1.11.1.3	Dezenfeksiyon	37
1.11.1.4	Ph kontrolü	37
1.11.2	Yüzme havuzu hesapları	37
1.11.3	Rezerv tank (Denge tankı) hacminin hesabı	38
1.11.3.1	Havuz yüzeyine göre hesaplanması	38
1.11.3.2	Havuzaya aynı anda giren adam sayısına göre rezerv tank hacmi tahkiki	38
1.11.3.3	Basit amprik hesap tarzı	39
1.11.3.4	Havuz yüzücü kapasitesine göre	39
1.11.3.5	Filtrelerin ters yıkama süresinde atılan su hacmine bağlı hesap tarzı	39
1.11.3.6	Rezerv tankın hacim bölüştürmesi	40
1.11.4	Kum Filtreleri	41
1.11.4.1	Kum filtrelerinin toplam kesiti	41
1.11.4.2	Filtre çapı ve adedi	41
1.11.5	Pompa tipi ve adedi	42
1.11.5.1	Sistemde basınç kayıpları	42
1.11.5.2	Seçilen pompa karakteristiği	43
1.11.6	Pompa ön filtreleri	43
1.11.7	Havuz besleme başlığı (Nozül)	43
1.11.8	Havuz besleme sistemlerine göre emme oranları, boru çaplarının seçimi	46
1.11.9	Havuz suyu dezenfeksiyon sistemleri	47
1.11.9.2.1	Topaklama (Flocculation)	47
1.11.9.2.2	Sudaki klor oranı (Dezenfeksiyon)	48
1.12	Yüzme havuzlarının yapımında, tesisat işini yapacak makina mühendisinin önemi ve projeler	51

1.13	Havuz devr-i daim sisteminde aranan özellikler	54
------	--	----

2. YALITIM

2.1	Sıcaklık İzolasyonu	56
2.2	Kondenzasyon	57
2.3	Bina Yapısı	61
2.3.1	Binanın konumu	61
2.3.2	Dış yapı elemanları	61
2.4	Örnek 1	63
2.5	Örnek 2	67
2.6	Örnek 3	84

3. KLİMATİZASYON

3.1	Klimanın Tanımı	85
3.2	Klima Cihazlarının Çeşitleri	86
3.2.1	Merkezi sistemler	87
3.2.2	Bağımsız üniteli sistemler	87
3.3	Klima Seçimi	89
3.4	Klima Kullanımına Yönelik Tavsiyeler	90
3.5	Klimatizasyon (İklimlendirme) Tekniğinde Kullanılan Sistemlerin Tanımı ve Çeşitleri	92
3.5.1	Direk genleşmeli sistemler	92
3.5.1.1	Pencere tipi paket sistemler	93
3.5.1.2	Düşey tip – salon tipi paket sistemler	93
3.5.1.3	Çatı tipi paket sistemler	94
3.5.1.4	Split (Ayrık) tip sistemler	95
3.5.2	Tüm sulu sistemler	96
3.5.3	Tüm havalı sistemler	96
3.5.4	Hava ve sulu sistemler	97
3.6	Yüzme Havuzu Klimatizasyonu	98
3.7	Giriş	98
3.8	Havuz Holü Yapısı	99
3.9	Hava Kanalları Geçiş Yerleri, Santral Odası, Hava Kanalları.....	100
3.10	Özel Yüzme Havuzları	106
3.11	Proje Şartları	106
3.12	Buharlaşma Miktarının Hesabı	109
3.12.1	Örnek 1	109
3.12.1.1	VDI 2089 Normuna göre	110
3.12.1.2	Recknagel'e göre	110
3.12.1.3	Temel kütle transferi denklemleri ile	111
3.12.1.3.1	Chapman – Enskog	112
3.12.1.3.2	Reid – Sherwood	113
3.12.1.3.3	Fuller	113
3.12.1.3.4	Gilliand	114
3.12.1.3.5	Chen – Othman	114
3.12.1.3.6	Stanley – Bird	115

3.12.1.3.7	Lewis	115
3.12.1.4	Klasik bilinen bir yöntem ile	116
3.12.1.5	Endüstriyel klima dersi notlarından	117
3.12.1.6	Ashrae'ye göre	118
3.13	Buharlaştırma Etkisi İle Suyun Soğuması	125
3.13.1	Örnek 3	127
3.14	Hava Debisi	127
3.15	Dış Hava Kullanımlı Tesisatlar	128
3.16	Örnek 4	129
3.17	Isı Pompası Sistemli Tesisatlar	133
3.18	Örnek 5	138
3.19	Isı Pompası ve Dış Hava Esaslı Sistemlerin Enerji Giderlerinin Karşılaştırılması	143
3.20	Değişik Boyutlara Sahip Farklı Özelliklerdeki Başka Bir Kapalı Havuz İçin Karşılaştırma	144
3.20.1	Dış hava kullanımlı tesisatlar	144
3.20.2	Isı pompası sistemli tesisatlar	146
3.21	Isı Ekonomizeri	147
4.	SONUÇLAR ve TARTIŞMA	150
	KAYNAKLAR	152
	ÖZGEÇMİŞ	153

SİMGE LİSTESİ

φ	Bağıl nem
ε	Buharlaşma katsayısı
σ	Buharlaşma sayısı
α	Isı taşınım katsayısı
ν	Kinematik vizkozite
λ	Malzeme ısı iletim katsayısı
$\sigma_{A,B}$	Çarpışma kesiti ile ilgili parametre
$\varepsilon_{A,B}$	Enerji ile ilgili parametre
α_d	Dış yüzey film katsayısı
ρ_F	Ortama yoğunluk
φ_h	Hol havası bağıl nemi
α_i	İç yüzey film katsayısı
$\Sigma V_{A,B}$	Atomik difüzyon hacimleri
A_b	Su yüzeyi
B_T	Toplam su buharı geçirgenlik direnci (konveksiyon + kütle transferi)
c_h	Havanın ısınma ısısı
C_p	Özgül ısınma ısısı
ÇN	Çiğ noktası sıcaklığı
D_{AB}	Difüzyon katsayısı
DHO	Dış hava oranı
g	Yerçekimi ivmesi
Gr	Grasshoff sayısı
h	Havuzdaki su yüksekliği
H	Pompanın manometrik basma yüksekliği
h'	Kütle transfer katsayısı
h_{md}	Dış yüzeydeki kütle transfer katsayısı
h_{mi}	İç yüzeydeki kütle transfer katsayısı
H_U	Alt ısı değer
i	Entalpi
J	Havuz buharlaşma katsayısı
K	Havuzun kapasitesi
K	Isı iletim katsayısı
K_F	Filtre adedi
KT	Kuru termometre sıcaklığı
K_T	Toplam ısı iletim katsayısı
L	Karakteristik uzunluk
M	Pompa sayısı
M	Hava debisi
m'	Havuz birim yüzeyinden buharlaşan su miktarı
M_A	Molekül ağırlığı
m_T'	Toplam havuz yüzeyinden buharlaşan su miktarı
n	Besleme nozülü sayısı
n	Havuzun sirkülasyon periyodu
N	Pompa gücü
n_p	Pompa devir sayısı
Nu	Nusselt sayısı

P	Basınç
μ	Permeability buhar geçirgenlik katsayısı
P_h	Hava özgül ağırlığı
P_h	Hol havasının basıncı
Pr	Prandtl sayısı
P_s	Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki basıncı
P_w	Sistem basıncı
P_{ws}	Doymuş haldeki su buharı kısmi basıncı
q	Birim yüzeyden olan ısı kaybı
Q	Sistemin toplam su debisi
Q	Toplam ısı kaybı
q_b	Beher nozül kapasitesi
Q_d	Duyulur ısı
Q_g	Gizli ısı
Q_p	Pompa debisi
Q_{REZ}	Rezerv tank debisi
q_t	Dozaj pompası debisi
Re	Reynolds sayısı
S	Havuz alanı
s_b	Beher nozül alanı
S_c	Scmith sayısı
S_f	Beher filtre kesiti
Sh	Sherwood Sayısı
S_K	Havuzun yoğunluğu
S_R	Denge tankı oturma alanı
T	Sıcaklık
T_C	Kritik sıcaklık
T_F	Film sıcaklığı
t_h	Hava sıcaklığı
t_s	Su sıcaklığı
V	Havuz hacmi
V	Su yüzeyi üzerindeki hava hızı
V_b	Havuz besleme başlığı su çıkış hızı
V_b	Su püskürtme hızı
V_C	Kritik hacim
V_F	Filtrelerde su süzme hızı
V_R	Denge tankı hacmi
W	Buharlaştıran su miktarı
X	Özgül nem
x_d	Dış hava mutlak nemi
x_h	Hol mutlak nemi
Y	Suyun buharlaşma gizli ısısı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Makine dairesinden bir kesit11
Şekil 1.2	Klorlama filtreleri16
Şekil 1.3	Seviye regülatörü17
Şekil 1.4	Komple bir iklimlendirme cihazı19
Şekil 1.5	Su altı lambaları21
Şekil 1.6	Duş suyu geri kazanımı22
Şekil 1.7	Genel amaçlı bir filtre tesisatı27
Şekil 1.8	Taşma kanallı yüzme havuzu makine dairesi şeması28
Şekil 1.9	Kum filtresinin çalışması36
Şekil 1.10	4 adet kum filtresinin bağlantı şeması41
Şekil 1.11	Besleme nozulu44
Şekil 1.12	Seviye kontrol vanası detayı44
Şekil 1.13	Örnek akış şeması52
Şekil 1.14	Örnek havuz kesiti53
Şekil 2.1	Kondenzasyonun önlenmesi için max. bağıl nem değeri60
Şekil 2.2	'A' şartlarındaki havanın çığ noktası sıcaklığının bulunması62
Şekil 2.3	İzolasyonlu dış duvarın içinde sıcaklık dağılımları66
Şekil 2.4	$K_{top} = 1,1248 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı71
Şekil 2.5	$K_{top} = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı74
Şekil 2.6	$K_{top} = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı77
Şekil 2.7	$K_{top} = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı80
Şekil 2.8	$K_{top} = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı83
Şekil 3.1	Buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi86
Şekil 3.2	Çeşitli klima cihazları89
Şekil 3.3	Klimanın bir odadaki yeri92
Şekil 3.4	Direk genişmeli sistem93
Şekil 3.5	Yaz iklimlendirmesi yapan pencere tipi bir iklimlendirme cihazı93
Şekil 3.6	Çatı tipi klima sistemleri94
Şekil 3.7	Yaz iklimlendirmesi yapan çatı tipi bir cihaz95
Şekil 3.8	Split tip sistem95
Şekil 3.9	Tüm sulu sistem96
Şekil 3.10	Tüm havalı klima santrali96
Şekil 3.11	Hava ve sulu sistem97
Şekil 3.12	Hava – sulu bir iklimlendirme cihazı97
Şekil 3.13	Galeriden hava üflenmesi103
Şekil 3.14	Döşeme seviyesinden ve üst seviyeden üfleme104
Şekil 3.15	Pencerelere üstten üfleme105
Şekil 3.16	Özel havuzun havalandırması106
Şekil 3.17	Kapalı yüzme havuzu salonunda ısıtma ve havalandırma109
Şekil 3.18	Yüzme havuzlarında 24 – 26 °C su sıcaklığı halinde buharlaşma miktarı.....117

Şekil 3.19	3 °C' lik hava – su sıcaklık farkı için buharlaşma miktarları	119
Şekil 3.20	Psikrometrik kart	120
Şekil 3.21	Su yüzeyi – hava basınç farkı	126
Şekil 3.22	Su yüzeyi – hava basınç farklarına göre buharlaşma – yoğuşma ilişkileri	127
Şekil 3.23	İstanbul ikliminde kapalı havuz yaz mevsimi çalışması	129
Şekil 3.24	İstanbul ikliminde kapalı havuz kış mevsimi çalışması	131
Şekil 3.25	Kapalı yüzme havuzlarında klimatize edilen havanın yerdeki yırtık menfezlerden üflenmesi	132
Şekil 3.26	Isı pompası sistemli soğutma kompresörü dengesi	134
Şekil 3.27	Isı pompası sistemli santral hava akış şeması	134
Şekil 3.28	Havanın soğutucuda soğuması işleminin pratik ve gerçek çizimleri.....	135
Şekil 3.29	Isı pompası sistemli hava çevrimi	137
Şekil 3.30	Ankara ikliminde kapalı havuz yaz mevsimi çalışması	145
Şekil 3.31	Ankara ikliminde kapalı havuz kış mevsimi çalışması	145
Şekil 3.32	Ekonomizer ile çalışan ısı pompası sistemli klima santralı hava akış şeması	147
Şekil 3.33	Ekonomizerli ısı pompası tesisatının çalışması	149



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 Havuz boyutları ve ona bağlı filtre, pompa alanları	9
Çizelge 1.2 Yüzme havuzlarında kullanılan paket nem alıcılar	19
Çizelge 1.3 Filtre çeidine göre süzme hızları	30
Çizelge 1.4 Kirlenme türleri etki ve karşı önlemler	33
Çizelge 1.5 Yüzme havuzları için teknik değerler	34
Çizelge 1.6 Filtrelerin karşılaştırılması	35
Çizelge 1.7 Pompa seçim çizelgesi	45
Çizelge 1.8 Yandan besleme seçim çizelgesi	49
Çizelge 1.9 Boru kayıp cetveli	50
Çizelge 2.1 Örnek 2’de bulunan sonuçların özeti	68
Çizelge 3.1 Havuzlarda gerekli dış hava debisi	116
Çizelge 3.2 Sıcaklığa göre difüzyon katsayıları	117
Çizelge 3.3 Çok rastlanan gaz çiftleri için deneysel difüzyon katsayıları	121
Çizelge 3.4 Normal kaynama noktasındaki atomik ve molar hacimler	122
Çizelge 3.5 Çarpışma integralleri değerleri	123
Çizelge 3.6 Kritik değerler	124
Çizelge 3.7 Kompresör kataloğu I	141
Çizelge 3.8 Kompresör kataloğu II	142

ÖNSÖZ

Bu tezde yüzme havuzlarının projelendirilmesi, havuz holünün yalıtımı, havalandırma ve klimatizasyonu incelenmiş olup, teorik bilgilere ek olarak alternatif hesap yöntemleri örneklerle verilerek okuyucunun konu hakkında mümkün olduğunca genel bir kültüre hem de yeterli bir bilgiye sahip olması amaçlanmıştır.

Bana bu çalışmamda yardımlarını ve ilgisini esirgemeyen başta değerli tez hocam Doç.Dr. Galip TEMİR'e, Yrd.Doç.Dr. Ahmet KOYUN'a ve Mak.Yük.Müh. Bora İZMİRLİOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.



ÖZET

Kapalı olimpik yüzme havuzlarıyla ilgili olan bu tez üç kısımdan oluşmaktadır: Havuzların projelendirilmesi, havuz binasının duvarlarının yalıtımı, havuz holünün klimatizasyonu.

Projelendirme kısmında yüzme havuzları çeşitli şekillerde sınıflandırılarak tanımları yapılmış, havuzu yerleştirirken aranacak hususlar, havuzların ve makine dairelerinin temel ölçüleri belirlenmiş, havuzlardaki tesisatı oluşturan önemli parçalar tek tek incelenmiş ve seçim kriterleri hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiş, havuz kimyasalları konusu kimya mühendislerinin, havuz ve binasının inşaatı ile ilgili konular inşaat mühendisleri ve mimarların ilgi alanına girdiğinden bu tezde o ve benzeri konular yüzeysel olarak geçilmiş, o konularla ilgili genel bilgiler verilmesi uygun görülmüştür.

Yalıtım kısmında, genel olarak yalıtımın önemi vurgulanarak konuya girilmiş, iki farklı yöntemle yüksek bağıl nem sahip bir havuz holünün değişik yapı elemanlarına sahip duvarlarında yoğuşma olup olmayacağı hesaplanmış, grafiklerle gösterilmiş, böylece uygun duvar katmanlarının cinsine ve kalınlığına karar verilebilmiştir.

Klimatizasyon kısmında klimanın tanımı, klima cihazları, seçimleri gibi genel konularda okuyucu bilgilendirilmeye çalışılarak konuya girilmiş, on üç farklı şekilde havuz yüzeyinden buharlaşan su miktarı ayrıntılı olarak çeşitli grafikler çizilerek incelenmiş, piyasadaki mühendislerin tecrübeleri sonucu doğru olduğuna kanaat getirdikleri yöntem baz alınarak diğer işlemlere geçilmiş, iki farklı yöntem ile havuz holünün havalandırma ve klimatizasyonun yapılabileceği gösterilmiş, bu yöntemler hakkında bilgiler verilmiş, değişik havuz ebatları, İstanbul ve Ankara ili iklim koşulları ve maliyetleri açısından karşılaştırılmış, hangisinin daha ekonomik olduğu gösterilmiştir. Bu tezde hava kanallarının hesabına ve çizimine girilmemiş, sadece hakkında genel bilgi vermekle yetinilmiştir.

Anahtar sözcükler:

- Kapalı Olimpik Yüzme Havuzları
- Havuzların Projelendirilmesi
- Duvarlarda Yalıtım
- Yoğuşma
- Klimatizasyon

ABSTRACT

This thesis is related to indoor olympic swimming pools. It consists of three parts: The practical considerations of swimming pools, insulation of the walls of pool's building, climatization of the the pool's hall.

In the first section, practical consideration of swimming pools that are categorized in different forms were recognized. Matters which we should pay attention to while locating the pool and basic measurements of the pools and machine rooms were determined. Each of the important elements forming the installation of pools were examined and detailed information about criteria of selection were given. The subjects of this thesis are pool chemicals, matters related to the construction of the pool and its building and similar topics which are explained generally as they are all related to chemical engineering, civil engineering and architecture.

The second section, insulation was begun by emphasizing the importance of the insulation in a general way. It was calculated whether the condensation would be occur or not in the different layers of the pool's hall walls which are constructed to withstand high humidity and as this was shown by graphics, the type and thickness of suitable layers of the walls were decided.

The climatization section was started by trying to inform the reader on topics such as concept, equipment and selection of the air conditioner. The quantity of water that evaporated from the surface of the pool in thirteen different ways, was examined by drawing various graphics in detail by a method based upon the experiences of engineers. It was passed to the other procedures, it was indicated that ventilation and climatization of the pool's hall would be designed in two different ways. The information was given about these ways, different pool sizes were confronted on the points of costs and climate conditions of İstanbul and Ankara. It and a preference was given. In this thesis the calculation of air canals wasn't estimated, it was only concerned with giving general information.

Keywords

- Indoor Olympic Swimming Pools
- Practical Considerations of Swimming Pools
- Insulation of the Walls of Pool's Building
- Condensation
- Climatization

GİRİŞ

Bu araştırmanın projelendirme bölümünde amaçlanan şey, sistemi oluşturan ana elemanlar ve çalışmalarının anlatılması, rezerv tank hacminin, kum filtrelerinin, pompanın, nozüllerin, boru çaplarının seçimlerinin ve hesaplarının yapılması, havuza verilecek klor miktarının belirlenmesidir.

Yalıtım bölümünde amaçlanan şey, yalıtımın önemi hakkında bilgi verilmesi, iki farklı yöntem ile havuz binasının duvarlarında yoğuşmanın olup olmayacağını grafikler çizilerek okuyucuya öğretilmesi, havuz binasının camlarında yoğuşma olmaması için seçilecek camın özelliklerine karar vermektir.

Klimatizasyon bölümünde amaçlanan şey, klima ve cihazları ile ilgili tanımların verilmesi, buharlaşan su miktarının doğru hesaplanması, klimatizasyonun maliyet ve diğer kriterler açısından % 100 dış hava sistemi ile mi yoksa ısı pompası sistemi ile mi gerçekleştirilmesi gerektiğinin belirlenmesidir.

Kısaca tüm bölümlerde amaçlanan şey, yukarıda açıklanan tüm olayları bilimsel bir temele oturtmak, formüllerle ispat etmek, okuyucuyu piyasadaki basma kalıp bilgilerden uzaklaştırıp doğru bilgilendirilmesini sağlamaktır.

1. YÜZME HAVUZLARI

Yüzme havuzları, çevrelerine verdikleri güzellik, etraflarına yaydıkları iklim yumuşaklığı ve de insanları cezbetme özellikleri ile dost ve aile fertlerini bir arada tutmaktadır. Bunlara ilaveten insanlara serinleme, eğlenme ve vücut çalıştırma imkanı sağlamaktadır. Ayrıca yakında deniz ve göl olsa bile artan çevre kirliliği, temizliğinden emin bir suya sahip havuzların önemini arttırmaktadır. Ancak yüzme havuzu içerisinde bulunan suyun:

- Berrak,
- Mikropsuz ve koli basillerinden arındırılmış,
- Uygun pH değerlerinde,
- Zararlı maddeler içermeyen evsafıta olması şarttır.

Bu sebeplerle ; yüzme havuzlarında, havuzun mimari güzelliği yanında, filitreleme, dezenfeksiyon ve su ısıtma sistemleri hatta su altı aydınlatma lambaları, paslanmaz çelik merdivenler, su akıntı pompaları gibi aksesuarlar da bir o kadar önem kazanmaktadır

Yukarıdaki sistemlerin düzenli bir şekilde işletilmesi, havuzdaki suyun temizliğinin titiz bir şekilde, sık sık kontrol edilmesi hususları, çok kişinin kullanımına tahsis edilmiş olan, umuma açık, okul ve spor kompleksi, site, tatil köyleri ve otellere ait yüzme havuzlarında tüm kitleyi ilgilendiren çok önemli bir husus olmaktadır.

1.1 Yüzme Havuzlarının Çeşitli Şekillerde Tasnifleri

Yüzme havuzları genel olarak suni havuzlar ve kısmen suni havuzlar olarak sınıflandırılırlar. Suni havuzlar genellikle çelik veya betondan inşa edilirler. Plastik ve nitelikli maddelerde kullanılabilir. Havuzlar filtrasyonlu ve dezenfeksiyonlu devirdaim havuzları olarak veya bazen sadece dezenfeksiyonlu doldurma boşaltma havuzları olarak ve havuza doğru akış olarak tasarlanır, dizayn edilir ve işletilirler.

1.1.1 Sirkülasyonlu Yüzme Havuzu

Devirdaim tipi tipik yüzme havuzlarında bir pompa suyu havuz çıkışlarından alır, bir filtre içinden geçirir. Klor ilave edilir ve su havuza geri döndürülür. Buharlaşma, etrafa su

sıçraması ve filtrelerin ters yıkanmasında kaybedilen su taze su ile tekrar devreye geri verilir. Bu tip havuz maksimum insan sayısının kullanımına izin verir; minimum su miktarı atılır; arzu edilen yerde istenilen her zaman suyu ısıtmak için gereken yakıt depo edilebilir. Minimum su atılmasının sebebi, filtre edilen suyun tekrar kullanılabilmesidir. Eğer filtrelerin bakımları ihmal edilirse organik kir yükü birikir, artan klorun kontrolü güçleşir ve suyun sık değişimi ve temizlenmesi gereklidir. Filtrasyon; yerçekimli hızlı kum filtreleri, basınçlı kum filtreleri, anthrafit, diatomik filtreler yardımıyla ve vakum filtreleri tarafından sağlanır. Basınçlı filtreler yüzme havuzlarında çok daha yaygın olarak kullanılır. Sirkülasyon sistemi kullanılan yüzme havuzları gerekli dezenfeksiyon maddelerinin düzenli ilavesi ile uygun olarak çalıştırıldıklarında insan sağlığı, göz zevki ve yüzücü rahatı için en elverişli, kullanışlı havuzlardır.

1.1.2 Doldurmalı – Boşaltmalı Havuzlar

Doldurmalı – boşaltmalı havuzlar taze su ile doldurulur, belirli bir zaman süresi için kullanılır, daha sonra boşaltılır, temizlenir ve tekrar doldurulur. Bu gibi havuzlar, içinde ortaya çıkan kirliliğin yüzücüler arasında sirküle ettirildiği yaygın banyo küvetlerinden daha başka bir şey değildir. Bu tip havuzların kullanımı A.B.D. , Avrupa ve diğer gelişmiş ülkelerde yasaklanmıştır. Ancak ülkemizde halen kullanılabilir. Ancak ülkemizde halen kullanılabilir.

1.1.3 Flow – Throush Pool

Doğru akımlı havuz; havuz suyunun eşit hacminin artık'a taşmasına sebep olan sürekli bir taze su kaynağı ile beslenir. Bakteri kirliliğinin azaltılmasına rağmen, bakteriler tamamen havuz dışına atılmaz.

1.1.4 Yapılarına göre

- Açık yüzme havuzları,
- Kapalı yüzme havuzları,

1.1.5 Kullanılan çevreye göre

- Umuma açık havuzlar, (bir ev fertlerinden daha çoğunun hizmetine açık havuzlar)
- Özel, ev havuzları,

1.1.6 Suyun cinsine göre

- Tatlı su bulunduran,
- Deniz suyu bulunduran,

1.1.7 Havuzun kullanım amacına göre

- Olimpik ölçülerde spor ve yüzme havuzu, (50 m. uzunluğunda)
- Sportif çalışma amaçlı yüzme havuzu, (25 m. uzunluğunda)
- Turistik veya umuma açık yüzme havuzu, (çeşitli şekil, en ve boylarda)
- Özel, ev yüzme havuzu büyükler için, (çeşitli şekil, en ve boylarda)
- İlave yüzme havuzu çocuklar için, (sığ ve çeşitli şekil, en ve boylarda)
- Süs havuzu,
- Su ve ışık oyunları havuzu,
- Şok havuzu ve tedavi havuzu,
- Jakuzi ‘sıcak ve soğuk su masaj küveti’,

1.1.8 Havuzun taşma sistemine göre

- Üstten taşmalı (taşma suları çevre kanalı ile toplanarak denge tankına akmaktadır, su seviyesi gezinti alanı ile aynı düzeydedir, estetik görünümü nedeniyle en çok ilgi gören sistemdir, taşma kanalı üzerine ABS ve PVC malzemeden mamul ızgaralar kullanılır), yandan taşmalı (gizli savak, çepeçevre akan sular denge tankına akıtılacaktır, su seviyesi

gezinti alanından yaklaşık 15 – 25 cm aşağıda olan ve taşma kanalı havuz perdesinin yan tarafında ve gizli kalan taşma sistemidir) veya her ikisi karışık uygulanmış sistem.

- Skimmerli (satıh sıyırma pencerele, havuz satıhında biriken kirleri, çer ve çöpleri gövdesinde toplayan, havuzda otomatik su ikmalı yapan cihazlardır, havuz etrafına belli aralıklarla konulan ve direk sirkülasyon pompasına bağılı olan skimmer; üzerindeki hareketli flatör ile devamlı su yüzeyinden emiş yapmamıza olanak verir. İnşaat çalışmalarında taşma kanalı detayını tamamen ortadan kaldıran bu sistem genelde özel havuzlarda kullanılır, skimmerli havuzlarda denge deposu kullanılmaz.)

Beher satıh sıyırıcı havuzun 25 m² yüzeyine yetecektir.

Bununla beraber havuzların kuytu köşelerine koyma zarureti, ters rögarla itilen ve havuzun bir kenarındaki skimmerle tutulamayan kirler için daha fazla sayıda satıh sıyırıcı kullanılabilir.

Ayrıca küçük ve özel ev havuzlarında kelepçe ile temizleme yaygın olarak görülen basit bir işlemdir. Tam emiş, havuzun dip rögarından yapılır. Basit bir ağ kelepçe ile zaman zaman havuzun yüzeyine düşen yaprak, saç gibi maddeler alınır.

1.1.9 Havuzun inşa tarzına göre

- Betonarme gövdeli sabit havuzlar,
- Prefabrik plaklarla oluşturulan havuzlar,
- Çelik karkas ve gövdesi içerisine vinil denilen muşamba kaplı havuzlar,

1.1.10 Yukarıdaki tasniflere göre değerlendirme yapılırken ; cevaplandırılmaya çalışılacak sorular

- Havuzun tabii akışla suyu boşaltılabiliyor mu?
- Havuzun suyu ısıtılacak mı?
- Havuz için seçilecek filitreleme sisteminin cinsi nedir?

- Bu seçime bağlı olarak makine dairesinin büyüklüğü nedir?
- Seçilecek dezenfeksiyon sistemi nedir?

1.2 Havuzu Yerleştirirken Aranılan Hususlar

1.2.1 Havuz büyüklüğünün belirlenmesi

Havuzun büyüklüğünü belirleyen en önemli faktör bu havuzun kullanım sırasında ulaşabileceği en kalabalık kişi sayısıdır. Ancak ; Havuzu kullanan maksimum sayıda kişiye göre plan yapmak her zaman en iyi seçim olmayacaktır.

Kabaca yüzme havuzu büyüklüğü, kişi başına 2,5 m² alınarak hesaplanabilir.

Fakat aşağıdaki sebepler, havuz büyüklüğü seçimine önemli etki yapar :

- Havuz maksimum kapasiteye senede ancak 2 veya 3 defa ulaşabilir.
- Havuzda kalma süresi ile, havuz etrafında dinlenme ve kalma süresi kıyaslandığında havuzda kalma süresinin çok kısa olduğu görülür. Bu nedenle havuz büyüklüğü seçilirken etrafına da yeterli büyüklükte bırakılması şarttır.
- Çocukların ve suya atlayanların işgal ettikleri havuz alanı daha fazladır. Keza yeni yüzme öğrenenler de çok saha kaplarlar.
- Havuz büyük bir kitleye hitap edecek şekilde seçilirken, etrafında dinlenenlere verilecek servis de yeterli olmalıdır.

- Bir mahalle veya büyük bir site gibi yerleşim yerlerine ait havuzlar ;

Burada yaşayanların %30 ~ 35'i kadarı havuza girecekmiş gibi kabul edilerek, havuz büyüklüğü hesap edilir.

Örnek olarak,

60 evli site :

Site kişi sayısı : $60 \times 5 = 300$ kişi

Havuzdan faydalanma oranı : % 35

" " " " kişi sayısı : $0,35 \times 300 = 105$

Havuz alanı : $105 \text{ kişi} \times 2,5 \text{ m}^2/\text{kişi} = 262,5 \text{ m}^2$

Havuzun uzunluğu : 25 m. seçilirse,

Havuzun en az genişliği : $262,5 / 25 = 10,5$ m. olabilir. (Bölükbaşıoğlu, 1995)

1.2.2 Havuz yerleştirilirken göz önünde tutulacak hususlar

- Etrafında yüksek bina ve ağaç varsa, gölgesinden kaçınmalıdır. Güneşli saatlerde havuzun suyu radyasyonla ısınacaktır. Ancak çok sıcak iklimli yörelerde suyun serinlemesi için aksine çareler aranmalıdır.
- Hakim rüzgarın yönü, tercihen havuzun uzun eksenine dik yönde olmalıdır. Aksine mecburiyet varsa taşma sisteminde buna tedbir alınmalıdır.
- Havuz yakınında çok tozlu bölgeler bulunmamalıdır.
- Yakınında yaprak döken ağaç, ufalanan çiçek v.s. mümkün mertebe az olmalıdır.
- Havuzu etkisi altına alan baca dumanları bulunmamalıdır.
- Havuz tabii bir akışla boşalabilmelidir. Makine dairesinin ve havuz dibinin kotu tabii boşalmaya imkan vermelidir. Çok zaruri ise, pompa ile boşaltma şekli düşünülmelidir. Fakat en gerekli anda pompayı çalıştıran elektrik cereyanının kesilebileceği unutulmamalıdır. Böyle hallerde, denge tankının taşma borusu makine dairesinden uzaklaştırılmalı, veya havuz skimmerle techiz edilmelidir.
- Havuz makine dairesi yeterli büyüklükte seçilmelidir. Makine dairesi yüksekliği filtre yüksekliğine yetecek kadar olmalı, fakat 180 cm.den az olmamalıdır.
- Havuz makine dairesine çok rahat ulaşılmalıdır.
- Makine dairesi ve galerilerde rutubetin etkisini yok etmek için pencere, kanal, kuranglez gibi imkanları kullanarak havalandırılmalıdır.
- Makine dairesi çok iyi, galeriler de yeterince aydınlatılmalıdır .
- Pompalar, elektrik tabloları, lamba ve transformatörler, hatta havuzun betonarme demirleri elektrik kaçaklarına karşı topraklanmalıdır.

1.3 Havuzlarda temel ölçüler

Havuzlarda trampleden atlama, yüzme ve yüzme dışında alanlar sağlanmalıdır.

Halk havuzları için 18,3 m. bir minimum uzunluk ve en azından en derin kısmında 1,83 m. su derinliği önerilir.

0,0 – 2,0 metre uzunluğunda bir trampelen tahtası için 2,59 m. derinlik

2,1 – 3,0 metre uzunluğunda bir trampelen tahtası için 3,04 m. derinlik

3,1 – veya daha fazla uzunluğundaki bir trampelen tahtası için 3,505 m. derinlik önerilir.

Her yüzücü başına en az $0,93 \text{ m}^2$ güverte boşluğu bırakılır ve havuz çevresinde 1,534 m. genişliğinde şerit dahil her $9,3 \text{ m}^2$ alan için zemin su yolu sağlanır. Kaldırım güverte boşluğu için çim veya kum kullanılmaz, havuz – su alanının 3 – 4 katı güverte boşluğu tercih edilir.

1.3.1 Olimpik havuzlar

Bu havuzlar, yapılan oyun ve yarış cinslerine bağlı olarak Dünya Spor otoritelerince kurallara bağlanmış bu kurallar zaman zaman bazı değişikliklere de uğratılmaktadır.

- Uzunluğu 50 metredir.

- Genişliği, istenen kulvar sayısı ile hesaplanır.

Beher kulvar genişliği 2,50 m. dir. Ancak havuzun her iki uzun kenarında 50 ila 125 cm. genişlikte havuz dinlenme şeridi bulunmalıdır

Örneğin : 8 kulvarlı havuz için :

$$\text{Genişlik} = 8 \times 2,50 + (\text{min. } 100 \text{ veya maks. } 2,50) \text{ m.} \quad (1.1)$$

Genişlik = 21 ila 22,50 m. olacaktır. (Bölükbaşıoğlu, 1995)

- Amerika Birleşik Devletlerinde NSPI, İngiltere ve bazı Avrupa ülkelerinde SPATA havuz standartları enstitüleridir.

- Olimpik havuzda sutopu oynanacaksa, havuz suyu derinliği 2,20 m. olmalıdır.

- Olimpik havuzda sadece yüzme yarışları yapılacaksa su derinliği 1,75 m. olabilir.

- Su topu sahasının ebadı $20 \times 30 \text{ m.}$ dir. Özel sutopu havuzu $33,33 \text{ m.} \times 21 \text{ m.}$ ebadındadır.

1.3.2 Sportif amaçlı çalışma havuzları

- 25 m. uzunluğunda inşa edilirler.

- Genişlikleri, olimpik havuzlarındaki gibi hesaplanır.

- Olimpik havuz ölçüleri 50×25 metre yapılarak, çok maksatlı kullanma imkanı sağlanır.

- Havuzların 150 cm. den derin bölgelerinde genellikle, duvarlarına ayak basma eşiği

yapılır. Bu, dinlenmek ve can güvenliği içindir. Bu eşikler 10~15 cm. genişliğinde ve su sathından 125 ila 150 cm. aşağıda yapılmalıdır.

- Havuzların derinliklerini kendi alanları içerisinde oranlarken veya yüzme öğrenen kişilere göre büyüklüklerini kontrol ederken aşağıdaki birim alanları dikkate almak gerekir.

	<u>Kapalı Havuzlar</u>	<u>Açık Havuzlar</u>
a) Sığ bölgeler : 150 cm. den az	1,3 m ² /kişi	1,4 m ² /kişi
b) Derin bölgeler: 150 cm.den çok	1,9 m ² /kişi	2,3 m ² /kişi
c) Çalışma havuzlarında :		
Yüzme öğrenmeye başlayanlar (sığ bölgelerde)	3,7 m ² /kişi	4,2 m ² /kişi
İleri seviyede yüzme öğrenenler		
Sığ bölgeler :	1,9 m ² /kişi	2,3 m ² /kişi
Derin bölgeler :	2,3 m ² /kişi	2,8 m ² /kişi

Yukarıdaki maksatlarla kullanılan havuzların kapasitesi hesaplanırken, (2,5 m²/kişi) bazına göre biraz farklılık gösterecektir. (Bölükbaşıoğlu, 1995)

1.3.3 Olimpik, çalışma ve umuma açık büyük havuzlarda havuzun bir uzun kenarında yürüme yolu genişliği

Kapalı havuzlarda en az 1,80 m. , açık havuzlarda en az 3, 60 m. olmalıdır.

Havuzun her iki uzun kenarında kalan sahaların toplam genişliği:

Kapalı havuzlarda en az 5,50 m. , açık havuzlarda en az 9 m. olmalıdır.

Çizelge 1.1 Havuz boyutları ve ona bağlı filtre, pompa alanları. (Bölükbaşıoğlu, 1995)

Filtre Mahalli ve Pompalar BölgesiTakribi Ölçüler Aşağıdaki Gibidir

Havuz Hacmi m ³ 'e kadar	Özel Ev Havuzu		U m u m i H a v u z l a r		Yükseklik				
	metre en x boy	metre yükseklik	en x boy	Yükseklik					
50	2,5	2 x 1,25	1,80	2,9	2,2 x 1,3	1,80	3	2 x 1,5	2
150	3	2 x 1,50	1,80	3,5	2,2 x 1,6	1,80	6,4	3,2 x 2	2
300	5,4	3 x 1,80	1,80	12	4 x 3	2,20	25	5,5 x 4,5	2,4
600	8,8	4 x 2,20	1,80	20,8	5,2 x 4	2,20	45	9 x 5	2,5
1000	20	5,6 x 3,40	2,20	29	6,6 x 4,4	2,40	65	13 x 5	2,5
2000	40	8,8 x 4,5	2,50	48	11 x 4,4	2,40	96	12 x 8	2,6
3000	-	-	-	96	12 x 8	2,60	120	15 x 8	2,8
4000	-	-	-	120	15 x 8	2,80	144	18 x 8	2,8

NOT : 1- Bu ölçüler ısıtılmayan veya soğutulmayan havuz makine daireleri içindir.

Isı santrali, klima cihazı, su soğutma cihazları dahil değildir.

2- Denge tankı alanını da ilave etmek gerekir.

1.3.4 Havuzlarda eğim

Havuzların genellikle sıg' dan derin' e doğru, can güvenliği için tatlı bir meyille derinleşmesi istenir. Havuzun tabanı minimum 105 cm. derinlikten başlayıp, en çok 1/7 eğimle maksimum 160 cm. ye kadar derinleşebilir. Trampelen ve atlama kulesi bulunan havuz bölgeleri özelliğine göre derindir.

1.4 Havuz Makina Dairelerinin Temel Ölçüleri

1.4.1 Havuzda üstten veya yandan taşma sistemi seçilmiş ise

Denge tankı gereklidir.

Bu tankın hacmi : V_R (Net hacim)

$$V_R = \text{Havuz alanı (m}^2 \text{)} \times 0,07 \text{ m}^3 \text{ olmalıdır.} \quad (1.2)$$

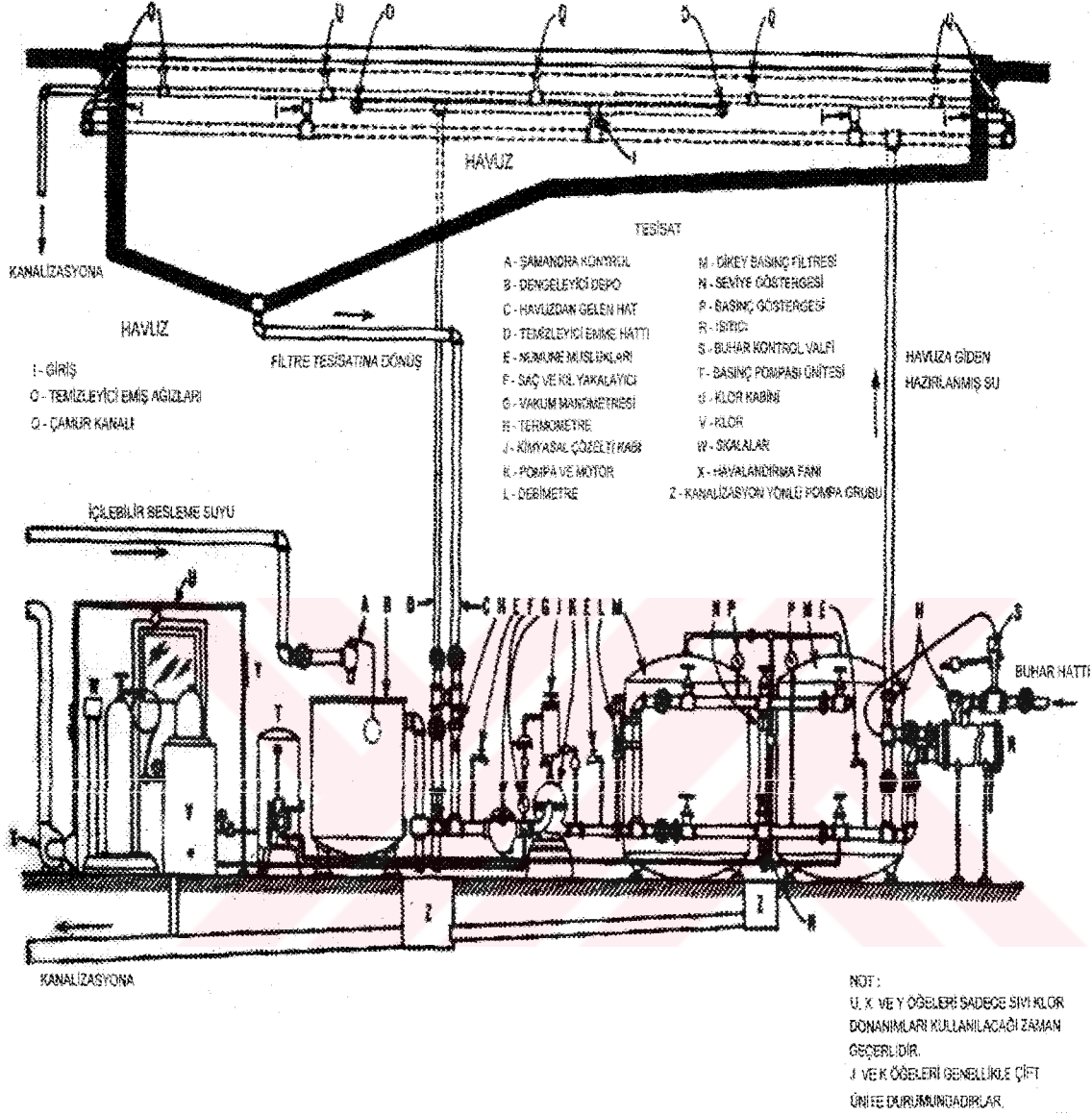
Denge tankı yüksekliği, faydalı hacim için takriben 1,5 m.dir. Netice olarak :

$$S_R = V_R / 1,5 \text{ (m}^2 \text{) Denge tankı oturma alanıdır. (Bölükbaşıoğlu, 1995)} \quad (1.3)$$

1.4.2 Galeri genişlikleri

(metre) minimum net ölçü

Havuzun Su Hacmi ... m ³ e kadar	Özel Ev Havuzu		Umumi Havuzlar	
	Su Devir Sayısı : 8	Apartment Havuzları Su Devir Sayısı :6	Olimpik Havuz 5 yıldızlı otel vs.	Su Devir Sayısı :4
50	0,65	0,70		0,75
300	0,75	0,85		0,90
600	0,85	1,00		1,10
1000	0,95	1,10		1,20
2000	1,10	1,20		1,25



Şekil 1.1 Makine dairesinden bir kesit. (Havuz Dergisi 1994)

1.5 Havuzlarda Tesisatın Genel Tanıtımı

1.5.1 Havuz suyu filitreleme tesisatı

- Denge tankı veya skimmer,
- Pompa ve koruyucu ön filtresi (kıl tutucu)
- Filtre

a- Kuvars kumlu, çok katmanlı hızlı filitre

b- Kuvars kumlu, iki katmanlı orta hızlı filitre

c- Diatomit filitre

- Boru donanımı :

a- Havuz dibinden emiş hattı

b- Denge tankı veya satih sıyrıcı (skimmer)'dan emme hattı

c- Vakum, süpürge emiş hattı

d- Havuz besleme hattı (yandan veya dipten)

e- Filtre ters yıkama hattı

- Havuz filitreleme tesisatı kapalı bir devredir.

- Yerine göre ve aşağıda belirtilen sürelerde, havuz suyu değişimi sağlanmalıdır :

a- Özel havuzlar (evler) : 8 saat/defa

b- Apartman, site gibi büyük havuzlar : 6 saat/defa

c- Kalabalık havuzlar : 5 saat/defa

d- Olimpik ve 5 yıldızlı otel havuzları : 4 saat/defa

e- Çocuk havuzları : 2 saat/defa

f- Tedavi, masaj, hidro terapi havuzları : 1 – 2 saat/defa

Sirkülasyon sistemi 6 ya da 8 saat içerisinde suyu değiştirebilecek şekilde dizayn edilirler.

Bu kişiye özel bir havuz için 12 saat olarak kabul edilebilir. Köşede de en azından su yüzeyinden 0,3048 m., aşağıda duvar kenarlarından 3,048 – 4,56 m. uzak olmak şartı ile inletler (girişler) sağlanmalıdır, giriş valfi veya benzer kontrollü yön saptamaya ait inletler kullanılır. Maksimum boru hızı 1,83 m/s' dir. Sirkülasyon sistemi havuz içinde ölü olan (sirkülasyonun ulaşamadığı alan) bırakmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Yani ölü alanlar elimine edilmelidir. Havuz kanalları havuza direk bağlantılı olmadan havuzun 4 saat veya daha az bir zamanda boşaltmak için uygun olmalıdır. Açılan çıkışlar veya ızgara alanı en azından suyu veya artıkları dışarı akıtan borunun 4 katı olmalıdır. Eğer havuz 9,144 m.' den daha geniş ise çok yönlü (kısmi) outletler kullanılmalıdır. Enbüyük hız max 0,4572 m/s olmalıdır. Devirdaim borularında birikmiş basınç kayıpları ve filtrenin cinsine göre doğru pompa seçilmelidir.

1.5.2 Havuz suyu dezenfeksiyon sistemleri

- 1- Havuz suyundaki mikrop ve koli basilleri aşağıdaki sistemlerden biri ile yok edilebilir.
 - a- Sıvı klorun sudaki kloru ölçerek, pompa ile otomatik olarak suya verilmesi,
 - b- Sıvı klorun sudaki kloru ölçerek, pompa ile otomatik olarak suya verilmesi,
 - b- Granül şeklindeki klorun, klorinatör denilen kaplara konularak ve içerisinden su geçirilerek havuz suyunun klorlanması,
 - c- Klor tabletlerinin klorinatörlere konularak aynı şekilde kullanılması,
 - d- Oksijen metodu ile dezenfeksiyon,
 - e- Bromin tabletleri ile dezenfeksiyon,
 - f- Elektro-Fizik sistemle (Bakır ve gümüş iyonizasyonu ile)
 - g- Elektro-Fizik ve klor' dan müteşekkil karışık (mix) sistem,
 - h- Ozon genaratörü ile dezenfeksiyon,
 - i- Ultraviyole metodu.
- 2- Dezenfeksiyonun muvaffakiyeti suyun pH değerine bağlıdır. Bu değer 7,2 – 7,6 (Hafif alkali karakterinde) olmalıdır. Suyun, tavsiye edilen pH değerleri üzerine çıktığında suya asit zerkecek veya tersine 7'nin altına düştüğünde soda ilave edecek, pompa, el kumandası veya otomatik bir sisteme bağlı olacak şekilde emre hazır bulundurulmalıdır.
- 3- Suda yosun oluşmaması için tedbirler,
- 4- Suda topraklama (flocculation)' yı sağlayacak, kum filtresinin kapasitesini ve kalitesini artıracak tedbir alınacaktır.
- 5- Dezenfeksiyon çeşitleri:

Dezenfeksiyonun tarihi çok eskiye dayanır örneğin suyun bakır ve gümüş kaplarda saklanması, suyun kaynatılması gibi uygulamalar bilinçsizce de olsa tarihin eski devirlerinden başlayarak yapılan dezenfeksiyon işlemleridir. 1800'lü yıllarda tifo, dizanteri gibi salgın hastalıkların önlenmesinde yavaş kum filtreleri gibi arıtma uygulamalarının yararı olduğu belirlenmiştir. Gerçek anlamda dezenfeksiyon ilk defa 1904 de tifo salgının sodyumhipo

klorür ile klorlama yapılarak önlenmesiyle başlamış ve dezenfeksiyon uygulamaları hızla yaygınlaşmıştır.

Sular çeşitli yollarla dezenfekte edilirler. Kimyasal dezenfektanlar, fiziksel dezenfektanlar, mekanik dezenfeksiyon yöntemleri ve radyasyon ile dezenfeksiyon suların dezenfeksiyonu amacı ile kullanılan dezenfeksiyon vasıtalarıdır.

a- Kimyasal Dezenfeksiyon :

Dezenfektan etkisi olan çok sayıda kimyasal madde olmakla birlikte bunlar arasında etkisi uygulanabilirliği ve uygulama kolaylığı gibi çeşitli koşulları sağlaması dolayısı ile en yaygın şekilde kullanılan kimyasal dezenfektanlar klor ve klor bileşenleri, brom, iyot, ozon ; Fenoller, alkoller, ağır metal ve bileşikleri, boyar metaller, sabun ve deterjanlar, kuarterner amonyum tuzları, hidrojen peroksit, potasyum permanganat, asit ve bazlardır.

Green ve Stumpf (D.E. Green ve P.K. Stumpf, The mode of action of Klorin Y.Am. Waterworks Assoc 38,1301-1946) dezenfeksiyon türlerinden olan klorlamayı incelediklerinde dezenfektanın yaşayan hücrelerin metabolik prosesleri için önemli olan enzimlerle reaksiyona girdiğini ve dezenfektan etkisiz bir duruma geldiğinde hücrelerin öldüğünü gözlemişlerdir. Asıl temel proses örneğin ısı, hücre özünü pıhtılaştırdığında, enzimin yok edilmesinde dezenfektanların asıl öldürücü mekanizmasını etkiler. Çünkü enzimler hücre plazması ile oluşur.

Kimyasal dezenfeksiyon teorisi iki kısımdan ibarettir:

- 1- Hücre duvarına tesir
- 2- Hücre enzimleriyle reaksiyon

Kimyasal dezenfeksiyonun teorisi ise başlıca beş kısımda incelenebilir :

- 1- Spor şeklinde olmayan bakteriler dezenfeksiyona karşı spor şekillerinden daha az direnç gösterirler.
- 2- Dezenfeksiyon maddesinin doğal durumu, yayılması, konsantrasyonu ve dezenfeksiyon reaksiyonunun sonuçları değişik olabilir. Dezenfektan öncelikle suyun içinde üniform şekilde şekilde dağılmalıdır.
- 3- Dezenfekte edilecek suyun doğal durumu ve şartları; Organik maddeler okside edici kimyasal maddeleri kullanır. Diğer maddeler ise kimyasal dezenfektan ile tepkimeye

girer ve onların yapısını değiştirir. Suyun klorlanmasında PH kontrolünün önemi büyüktür.

4- Dezenfekte edilecek suyun sıcaklığı yüksek sıcaklık öldürme için daha etkilidir.

5- Temas süresi; daha uzun bir süre yok etme için daha etkilidir.

b- Fiziksel dezenfeksiyon :

Isı, ışık ve akustik ses dalgaları ile sağlanabilir. Isı ile dezenfeksiyon yüksek maliyetinden dolayı sadece gıda endüstrisinde kullanılır. Işık (güneş veya ultraviyole ışık) ile dezenfeksiyonda ancak su ve su içindeki asılı maddeler ve çözünmüş maddelerin ışığı absorbe etme özelliği nedeni ile uygulama güçlükleri bulunmaktadır. Ultraviyole ile dezenfeksiyon küçük tesislerde kullanılır, akustik dezenfeksiyon ise ultrasonik dalgalar üretimi ile yapılır. Bu uygulama küçük ölçekli temizlik işlerinde yaygındır.

c- Mekanik dezenfeksiyon

Su ve atık su arıtımında yer verilen çeşitli arıtma yöntemleri içerisinde gerçekleşir. Filtrasyon, kimyasal çöktürme, basit çöktürme gibi işlem ve prosesler değişen verimlerde mikroorganizmaların yok edilmesini gerçekleştirir.

d- Radyasyon

Elektromanyetik veya diğer tür ışınlama ile yapılabilmektedir.

Genel olarak yukarıda da açıklandığı gibi dezenfektanların organizmaları tahribi ve etkisiz hale getirmeleri hücre duvarının tahribi, hücre zarının geçirgenliğinin bozulması, protoplazmanın yapısının değiştirilmesi ve enzim inhibisyon şeklinde kendini göstermektedir. Fenoller ve deterjanlar hücre zarının (stoplazmik membran) geçirgenliğini etkiler ve seçiciliğini değiştirerek azot, fosfor gibi temel elemanların hücre dışına çıkmasına yol açarlar.

Isı, radyasyon, asit ve bazlar protoplazmanın koloidal yapısını değiştirir. Isı hücre proteinlerinin pıhtılaşmasına yol açar ve bazlar proteinleri denatüre ederler metal iyonları proteinlerin yapısına girerek anyonları çöktürürler.

Oksitleyici kimyasal maddeler hücrenin bileşenlerini oksitler ancak oksitleyicilerin oksitleme gücü dezenfeksiyon etkileri ile orantılı değildir. Bazı kimyasal dezenfektanlar enzim inhibisyonu ile etkili olmaktadır.

Klorlamanın Amaçları :

- Dezenfeksiyon : 1. Amaç halk sağlığının korunması içindir. Su hastalıklarının iletiminde oldukça iyi bilinen bir araçtır. Hastalığın herhangi bir yayılma olasılığını önlemek için dezenfekte edici bir klor miktarı bütün zamanlarda muhafaza edilmelidir.
- Yosun kontrolü : Göz zevkini bozan yosun kolonilerinin gelişiminin engellenmesi klorlamanın diğer önemli amacıdır. Bu olay uygun olarak iyi bir klorlama ile başlar. Havuz kenarlarında oluşacak yosunlarda kazaya neden olabileceğinden tehlikelidir.
- Yüzücü rahatı : Dezenfeksiyon ve yosun kontrolünün her ikisini birden başarmak için kimyasal proses, yüzenler için rahat edilebilir bir çevrede sonuçlanmalıdır. Bu en az bir göz tahrişi ve iğrenç, tiksindirici kimyasal kokuların olmaması anlamına gelir. Bu serbest mevcut bir klor miktarı ile azotlu bileşiklerin yok edilmesi tarafından en iyi bir şekilde başlar.
- Göz tahrişi : Yüzücülerin önde gelen şikayeti göz tahrişidir. Çoğu yüzücü bunu çok fazla klorla bağlarlar. Göz tahrişi şikayetlerinin genellikle havuz suyunda bulunan azotlu bileşiklere klor tarafından veya çok yüksek (+8) den büyük yada çok düşük (-7) den küçük olan pH etkisinin bir sonucu olduğu saptanmıştır.

(Havuz Dergisi, 1994)

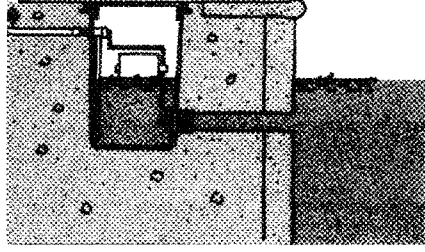
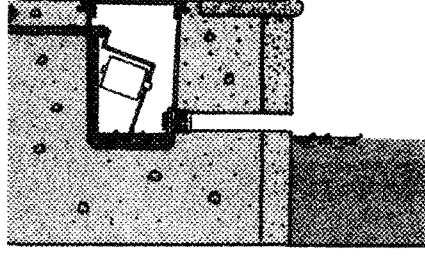
1.5.3 Havuzun doldurulması ve eksilen suyun ikmali

- Şehir suyu, artezyen, kuyu, nehir ve göllerden tatlı su ile,
- Deniz suyu ile (tuzlu su)

Havuzlar ilk defa doldurulurken su filtreden geçirilir. Bilahare eksilen su denge tankına veya skimmere bir otomatik şamandıra ile alınır.



Şekil 1.2 Klorlama filtreleri. (UHE, 1999)



Şekil 1.3 Seviye regülatörü. (Havuz Dergisi, 1996)

1.5.4 Havuzun boşaltılması

Havuzlarda ideal olarak istenilen şekil, havuzun dip vanası açıldığında suyun kanala tabii olarak akmasıdır.

Makine dairesindeki sızıntı suları üstü açık olarak inşa edilecek bir rögar doğrudan kanalizasyona bağlı ise :

- a- Havuzun boşaltma suyu,
- b- Filitrenin ters olarak yikanması sırasında akıtılacak büyükçe miktardaki su,
- c- Makine dairesindeki sızıntı suları bu rögarda toplanıp, kanala gidecektir,

Makine dairesindeki rögar tabii akışa sahip değilse yapılacak işler :

- a- Rögara bir pis su pompası koyarak suyu öteki ve yukarı kottaki başka bir kanala sevk etmek,
- b- Havuz rezerv (denge) tanklı ise, bu tankın taşmasını yukarı seviyelerde doğrudan kanal uzatmaktır.
- c- Bu tip havuzlarda ;
Boşaltma kendi sirkülasyon pompası ile yapılacak,

Ters yıkama suları da yine uzaktaki kanala akıtılacaktır.

1.5.5 Elektrik tesisatı

- Havuzdaki pompalar, basınçlı hava kompresörü, 220/380 Volt elektrik ceryanı ile, sualtı aydınlatma lambaları 50-150-300 Watt'lık seçilebilir. Genellikle 300 Watt'lıklar tercih edilmektedir. 300 Watt'lık lambalar çok iyi bir aydınlatma için 4 metre, iyi bir aydınlatma için 5 metrede bir aralıklarla yerleştirilmektedir. 50 Wattlık lambalar süs havuzlarında, 150 Wattlık lambalar da dar havuzlarda (3 – 4 metre genişlikte) kullanılabilir.
- Havuzlarda elektrik kaçağına karşı çok etkin tedbirler alınmalıdır. Çok ciddi bir topraklama hattı çekilmeli ve tüm motor, tablo ve elektrikli cihazlar buna bağlanmalıdır.
- Transformatörler müstakil sigortalarla emniyete alınmalıdır.

1.5.6 Suyun ısıtılması veya soğutulması

- Kapalı ve nadiren açık havuzların suyu tercihen plak eşanjörlerle ve yine 90/70 °C kalorifer suyu ile ısıtılır.
- Sıcak iklimlerde açık havuzlar ile sauna çıkışında kullanılan şok havuzlarının suyu soğutulmak istenebilir. Bu durumda (chilled water) soğutulmuş su, yine plak eşanjörlerde dolaştırılarak, soğutma elde edilecektir.

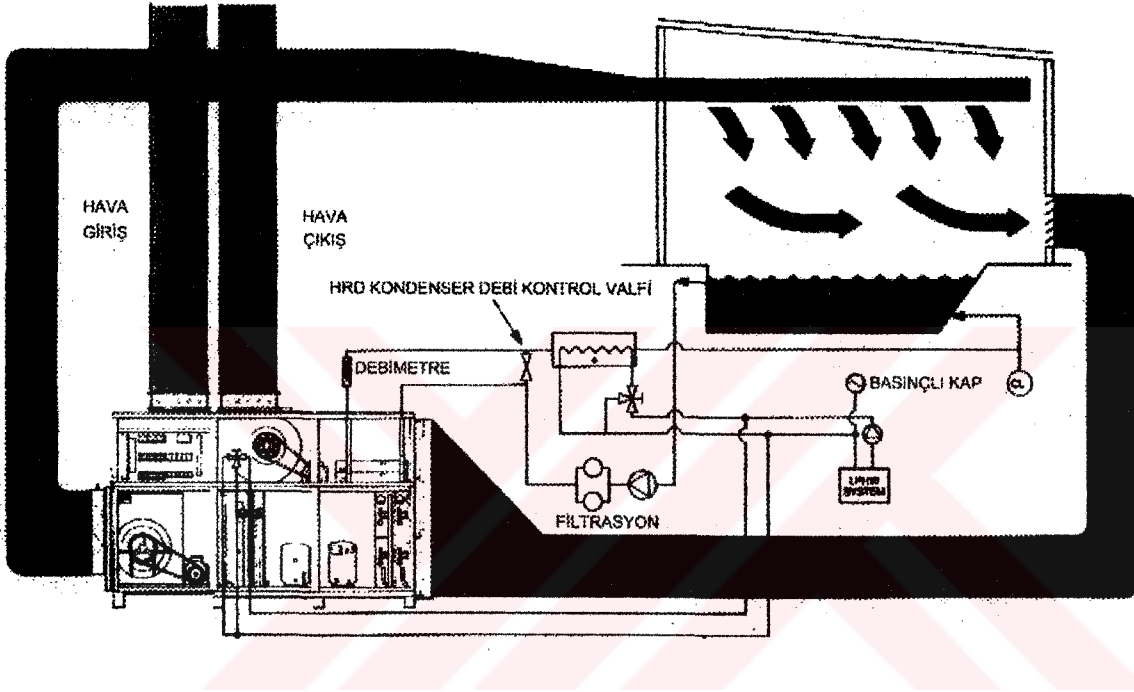
1.5.7 Kapalı havuz mahallerinin ısıtılması

Bu mahaller kalorifer devrelerinden genellikle alınan 90/70 °C sıcak su ile ısıtılırlar.

Kullanılan yöntemler :

- Komple havuz iklimlendirme cihazları ile: Isıtma ve havalandırma santrallerinde elde edilen sıcak hava, hava kanalları ile salona sevk edilir ve tekrar dönüşüm sağlanır. Havuz mahallerinde kışın tercihen 30 °C sıcaklık, % 60 izafi nem olmalıdır. Santralda havayı ısıtmadan önce soğutma da sağlanırsa nem kontrolü yapılmış olacaktır.

- Salona paket nem alıcı cihazlar yerleştirmek: Fan coil denilen, kalorifer suyu ile ısıtma sağlayan, hava üflemeli cihazlar, salonun duvar diplerine konularak mahal ısıtılması sağlanır. Nem kontrolü için 'Nem alıcı cihazlar' salona yerleştirilecektir.
- Kapalı havuzların etrafındaki gezinti ve çıplak ayakla yürüme bölgesinde kışın zemini ısıtmak için döşeme içerisine yerleştirilmiş 'yer kaloriferi' uygulaması faydalıdır.



Şekil 1.4 Komple bir iklimlendirme cihazı. (Pool Gear, 1999)

Çizelge 1.2 Yüzme havuzlarında kullanılan paket nem alıcılar. (Bölükbaşıoğlu, 1997)

Teknik Özellikler	Tip 38	Tip 90	Birim
Nem alma kapasitesi (27 °C su / 30 °C oda sıcaklığını ve % 60 – 70 bağıl nem de	38	90	kg.su/24 h
Güç	0,88	1,83	kw
1 ve 5 m. mesafelerdeki gürültü	49,5 - 42	52,2 – 47	dBA

seviyesi			
Mutlak sıcaklık / max nem	34 / 70	34 / 70	°C / % Nem
Mutlak sıcaklık / min nem	20 / 60	22 / 60	°C / % Nem
Havuz yüzeyi örtüsüz	20	35	m ² / ad
Havuz yüzeyi örtülü	40	70	m ² / ad

1.5.8 Bazı aksesuarlar ve armatürler

- Havuz yan duvarlarına, tabanına konulan sualtı pencereleri, camları :

Bu madeni pencereler, özel tarzda imal edilirler, sızdırmayacak şekilde duvara tespit edilirler. Camlar büyüklüklerine göre 30-50 mm. kalınlığına kadar imal ettirilir.

- Merdivenler :

Paslanmaz çelik borudan yapılırlar. Boru çapı takriben 45φ mm.dir.

- Havuz Örtüsü :

Havuz, kışın veya uzunca bir süre kullanılmadığında üzeri kapatılabilir. Plastik örtüleri sermek ve toplamak için çeşitli mekanizmalar mevcuttur.

- Jet Stream- Akıntı Pompası :

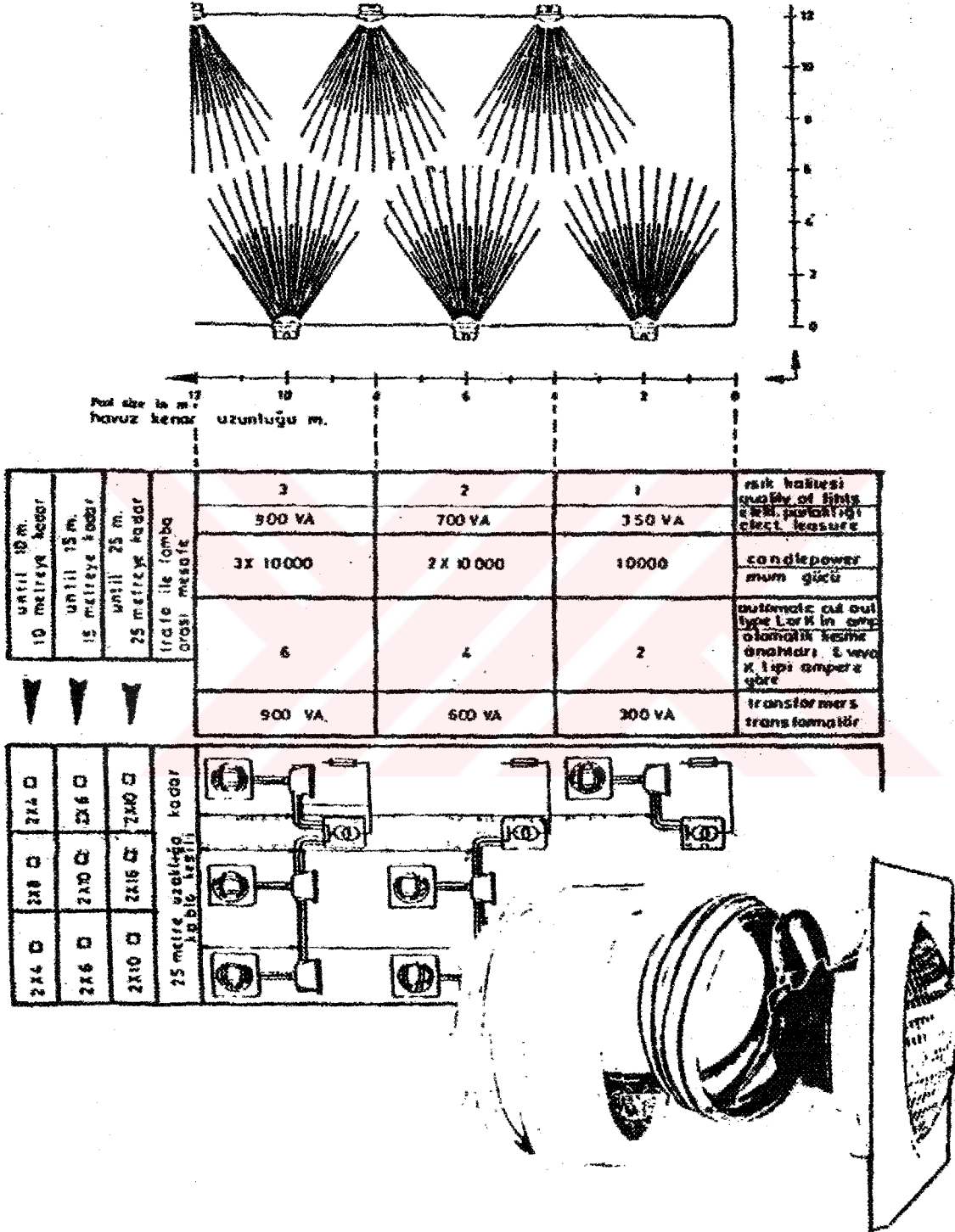
Devamlı aynı yönde sualtı masajı için su altından kumandalı pompa.

- Havuzu yandan besleme nozulları,

Havuzu dipten besleme nozulları,

- Kargir merdiven korkulukları

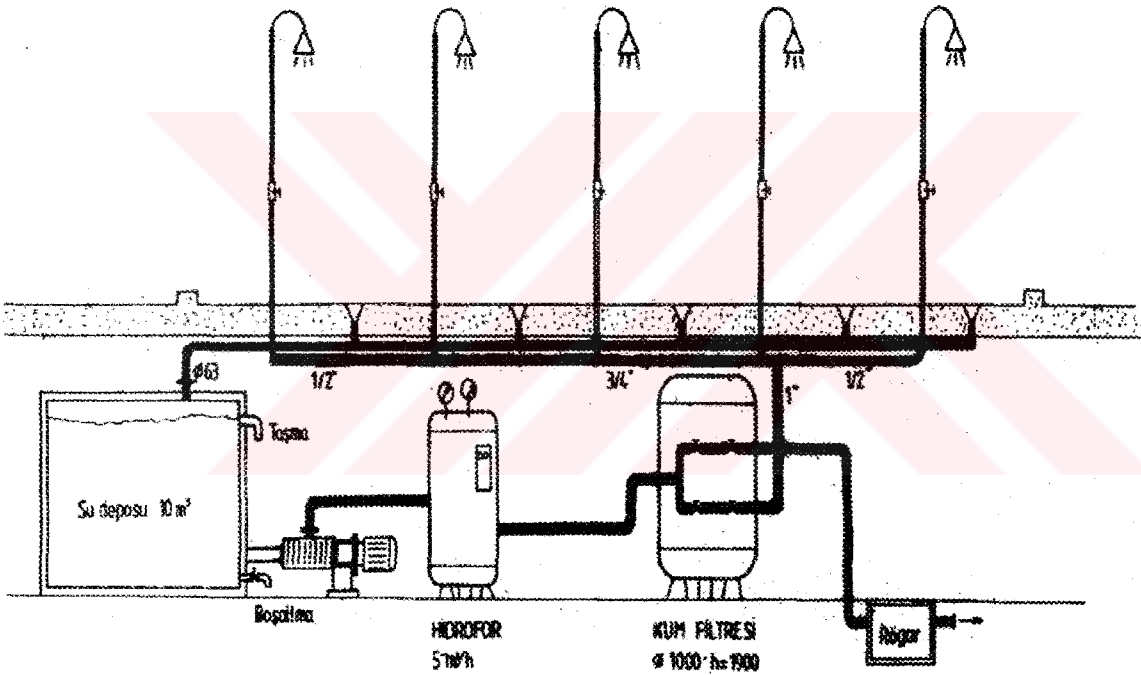
Su Altı Lambası 12V - 300W



Şekil 1.5 Su altı lambaları

1.5.9 Yüzme havuzlarında duş suyu geri kazanım sistemi

Bilindiği gibi havuza girilmeden duş alınması havuzların hemen hepsinde gerekli ve uygulanması gereken bir unsurdur. Bilhassa çok sayıda insana hizmet veren tatil köyü, klüp ve site havuzlarında duş suyu tüketimi önemli boyutlara varmaktadır. Ülkemizin bazı yörelerinde (ki bunların içerisinde İstanbul – İzmir – Ankara gibi büyük yerleşim merkezleri ve banliyöleri ile Bodrum gibi önemli tatil yöreleri gösterilebilir) su temini sorunu vardır. Çok insana hizmet veren bir havuzun günlük açık duş su tüketimi önemli miktarlarda olabilir.



Şekil 1.6 Duş suyu geri kazanımı. (Havuz Dergisi, 1997)

Açık duş suları toplanarak ve bir depoya alınarak bilahare bir hidrofor vasıtasıyla depodan emilip kum filtresinden geçirilmek ve şok klorlama yapılmak suretiyle defalarca kullanılabilir. Yukarıda misaldeki havuz için 10 m³ bir depo, bir paket hidrofor, 1200 mm çaplı bir kum filtresi ve bir dozaj pompası yeterli olmakta ve havuz boru galerisinin açık duşlara en yakın kısmı büyütülerek duş suları bir depoya toplanmakta ve bu devir daim sağlanabilmektedir. Yalnız açık duşta sabun ve şampuna izin verilmemesi gerekmektedir.

Bu uygulama çeşitli tesislerde başarı ile uygulanmakta ve ekonomik olarak büyük tasarruf sağlanmaktadır. Sistem kuruluş maliyetini en fazla bir sezonda amorti etmektedir.

(Havuz Dergisi, 1997)

1.6 Havuz Bakım Notları

- Kamuya açık havuzlarda yüzenler hijyenik önlemlere mutlaka riayet etmelidirler. Yüzme havuzuna güneş yağı ile girilmemeli ve mutlak surette havuza girmeden önce duş yapılarak iyice temizlenilmelidir.
- Yüzme havuzları haftada bir gün yüzenlere kapatılarak dinlendirilmeli ve haftalık bakım yapılmalıdır.
- Yüzme havuzlarının periyodik bakımları zamanında yapılmalı ve havuz suyu mutlak surette sağlıklı bir ortama kavuşturulmalıdır.
- Yüzme havuzlarını kullananların bilgilendirileceği özel bilgi panosunda havuzun bakımını üstlenen firma veya kişilerin isimleri, kullanılan kimyasal maddelerin cinsi ve markaları ile benzer hususlar yer almalıdır.
- Havuz suyu kışın boşaltılmamalıdır. Kışın havuzların suyu dolu olarak bırakılmalıdır.
- İyi bakılan bir yüzme havuzundaki su deniz suyundan daha temizdir. Ancak pek çok havuzda yeterli bakım sağlanamamaktadır.
- Türkiye'de yüzme havuzları için yapım ve kullanım standardı getirilmelidir. Ülkemizde bu alanda büyük bir boşluk vardır. Türkiye'de yüzme havuzlarının yapımı ve daha sonra havuz suyunun bakımı konusunda yeterli bir standart yoktur.
- Havuzda en çok kirliliği saç yapar, bütün aletleri de saç bozar.

(Havuz Dergisi, 1998)

1.7 Yüzme Havuzlarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Yüzme havuzlarındaki tüm elektrik sisteminin topraklanması gerekmektedir. Herhangi bir elektrik kaçağı veya aksaklığı halinde havuzda yüzen veya çevresindeki ıslak zeminde dolaşanların ölüm tehlikesi ile karşılaşmaması için alınması gerekli önlemler gözardı edilmemelidir. Özellikle havuz aydınlatma elemanları ile elektrikli alet ve sistemlerin ek bir emniyet önlemi olarak uygun nitelikli bakır telle mutlak surette topraklanması lazımdır.

(Havuz Dergisi, 1996)

1.7 Havuzlarda Su Kaçakları Sebepleri Ve Çareleri

Binbir emekle ve beklentiler ile yaptırılan yüzme veya süs havuzunun su kaçırdığını görmek pek iç açıcı değildir. Sebepleri ise çok basittir. Havuzun inşaatı esnasında dikkat edilecek birkaç küçük tedbir ile havuzların su kaçırmaları önenebilir.

Bir havuzun dışarıdan su alması veya içeriden su kaybetmesi temel üç nedene bağlıdır.

1- Havuz yapılan zeminin kaya veya toprak (kil, kum, şilt, marn, kireçtaşı vb.) olup olmadığı araştırılmalı, olası taşınma bir zemin ise zamanla konsolide olacağı düşünülerek kompaksiyonla sıkıştırma yapılmalıdır.

2- Zemin geçirgen alevyol malzemeler içeriyorsa; taban zemine ve yan duvarların toprağa temas eden bölümlerine geçirgen olmayan çekirdek malzeme(aktif olmayan,kil vb.) döşenmeli, yine kompaksiyonla sıkıştırma yapılarak zeminin zamanla oturması ve geçirgenliği bir ölçüde engellenmelidir.

3- Zemine uygulanan bu temel işlemlerden sonra çevredeki suyun hidrostatik basıncı göz önüne alınarak, havuz beton donatısının ölçüsü belirlenmelidir.

Muhtelif noktalardan alınacak toprak numuneleri ve zeminden gelen çevre suları analiz edilmeli, toprağın ve çevre suyunun içerisindeki mineraller tespit edilmelidir.

Analiz sonunda elde edilecek verilere göre topraktaki sülfatlar, karbonatlar, magnezyum, amonyak, serbest karbondioksit miktarları ve çevre sularının pH derecelerine göre kullanılacak malzemeler seçilmelidir.

Yukarıda yazılı incelemeler yapılmadan inşaatına başlanacak bir havuzun su kaçırmaları çok normaldir.

Bilindiği üzere; toprak hareketleri ve üzerindeki basınçla, zeminin zamanla oturması (konsolidasyonu) çok normal kabul edilir. Ama kompaktör yardımı ile sıkıştırılan zeminde bu riskin önüne geçilir veya azaltılabilir.

Çevre sularının ve toprağın içerisindeki sülfatlar, her türlü betondan geçmeye ve yapıya zarar verebilme özelliğine sahiptir. Toprağı sülfat içeren bir zemin üzerine yapılacak havuzların malzemesi farklı ve dikkatli seçilmelidir. Sertlik derecesi düşük sular, betonun piriz almasını önler. Bu sebeple betonun hazırlanmasında kullanılan suyun sertlik derecesinin bilinmesinde fayda vardır. Betonun dökülmesi esnasında çevre suları gelir ise, bu sular betonun özelliğini bozabilir. Bunun için beton dökülürken çevre sularının etkisi drenaj suretiyle giderilmelidir. Betonarme ve donatı hesapları iyi yapılarak beton döküldükten sonra, kaba sıvadan önce havuzun bütün yüzeyleri temizlenmeli, taban ve yan duvarlar suyun kaçmasını önleyecek şekilde su izolasyon malzemeleri ile izole edilmelidir. Yukarıda sıralanan işlemler yapıldıktan sonra havuzun güzel ve dekoratif görünümü için arzu edilen kalitede seramik ve diğer malzemeler seçilmelidir.

Ülkemizde ne yazık ki önce havuzun hangi renk ve kalitede seramik ile döşeneceği tespit edilmekte, gerekli tedbirler alınmadan havuz tamamlanmakta ve havuz su kaçırmaya başladığı zaman herkes birbirini suçlamaktadır.

Yeni yapılacak havuzlarda yukarıda yazılı tedbirler alınabilir ise havuz tamamlanır ve problem önlenebilir ama mevcut eski havuzlardaki problemler nasıl çözülmelidir?

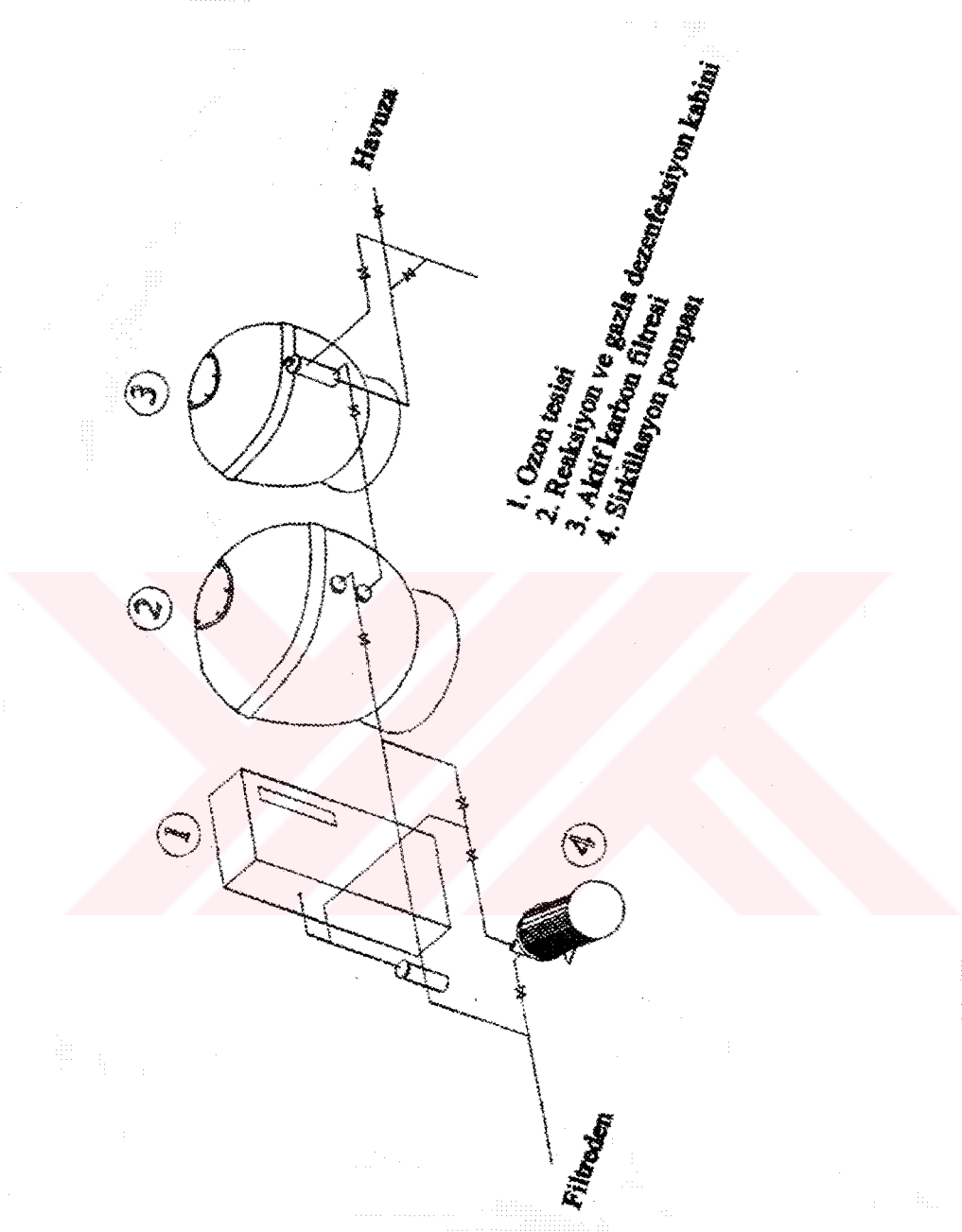
Yan duvarları ve tabanı fayans, betebe veya diğer isimlerle bilinen seramik türünde bir malzeme ile kaplanan havuzda, sular genellikle derzlerden ve köşelerden kaçar. Aslında su, seramiğin altındaki zemindeki çatlaklardan kaçmaktadır. Öncelikle bu çatlakların tespit edilmesi ve kapatılması gerekmektedir.

Seramiklerin yüzeyindeki emaye ve sır tabakası, üzerine herhangi bir izolasyon malzemesinin tatbikine izin vermez. Çünkü tatbik edilen malzeme seramiğin yüzeyine yapışıp aderans sağlayamaz. Ama bir çok işte olduğu gibi konu hakkında bilgisi olmayanlar bunu da yaparlar. Böyle yerlerde en sağlıklı iş seramiğin kaldırılması, seramiğin altındaki büyük ve küçük çatlakların tamir edilmesi, üzerinin uygun bir malzeme ile izole edilmesi, ondan sonra arzu edilir ise tekrar seramik ile kaplanmasıdır.

(Havuz Dergisi, 1997)

1.9 Havuz Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- 1- Havuz yerinin seçiminde en uzun süre güneş görmesi ve yaprak dökken ağaçlardan uzak olması,
- 2- Her yapı gibi havuzunda sağlam zemine oturması,
- 3- Havuz tabanının ve perdelerinin 350 dozlu ve katkı beton kullanılarak bir defa da dökülmesi,
- 4- Üstten ve yandan taşmalı havuzlarda taşma elemanlarının, skimmer'li kutularının mutlaka nivo yardımıyla tam kotunda monte edilmesi,
- 5- Havuz, taşma kanalı ve rezerv tankın iç yüzeylerinde yapılacak su izolasyonun betona tamamen yapışan veya içine nüfus eden, üzerine de sıva ve kaplamanın yapışmasına imkan veren türden malzemeler ile yapılması,
- 6- Üstten ve yandan taşmalı sistemlerde taşma kanalı kesiti ile havuzun eksilen suyunu tamamlayan denge deposu hacminin doğru seçilmesi,
- 7- Makina dairesinde yapılan rögarın (su boşaltma çukuru) tabii gider imkanının bulunması,
- 8- Havuz içi izolasyonu yapıldıktan sonra mutlaka su doldurulup test edilmesi, kaplama işlerinin testten olumlu sonuç alındıktan sonra yapılması,
- 9- Havuz bordürünün, çevre döşeme kaplamasının ve havuza iniş merdiven basamaklarının ayak kaydırmayan malzemelerden yapılması,
- 10- Kışın don olabilen bölgelerde yapılan havuzların iç kaplamalarında tercihen cam mozaik veya su emme özelliği çok düşük olan özel havuz seramiği kullanılması,
- 11- Trampelen konulacak ise trampelenin konacağı kısımda derinliğin minimum 2,5 m. olması,
- 12- Büyük ve bilhassa umuma açık havuzlarda dip emiş süzgecinin insan vücudunu vakumlayamayacak biçimde ve ölçüde yapılması,
- 13- Havuz su altı lambalarının 12 volt ile çalışmasını sağlayan trafoların yanı sıra tekniğine uygun bir topraklama yapılması,
- 14- Kullanım yoğunluğuna göre suyun sirkülasyon süresinin ve buna bağlı olarak filtre ve pompa seçiminin doğru yapılması,
- 15- Havuz süpürgesi hortumunun takıldığı vakum ağzının insan elinin rahat ulaşabileceği bir seviyede (mümkün olduğu kadar su kotuna yakın) , yandan besleme yapılan havuzlarda bu ağzların su kotundan 100 cm, su altı lambalarının ise 65 cm aşağıda monte edilmesi,



Şekil 1.7 Genel amaçlı bir filtre tesisatı

1.10 Havuz Suyu Filtreleme Tesisatı

Havuzlarda kullanılan su filitreleri, içerisinde kuvars kumu bulunan kapalı tip filtre olup, gövdeleri tercihen cam takviyeli poliesterden yapılmış, özel plastik fiskiyelerle donatılmıştır. Cam takviyeli poliesterden gövdeli filtrelerin işletme basıncı: 3–3,5 kg/cm²dir

Gövde çapları genellikle ϕ 300 mm.den ϕ 1250 mm.ye kadardır. Büyük kapasiteli filtrelerin gövdeleri paslanmaz çelik saçtan mamul olmalıdır.

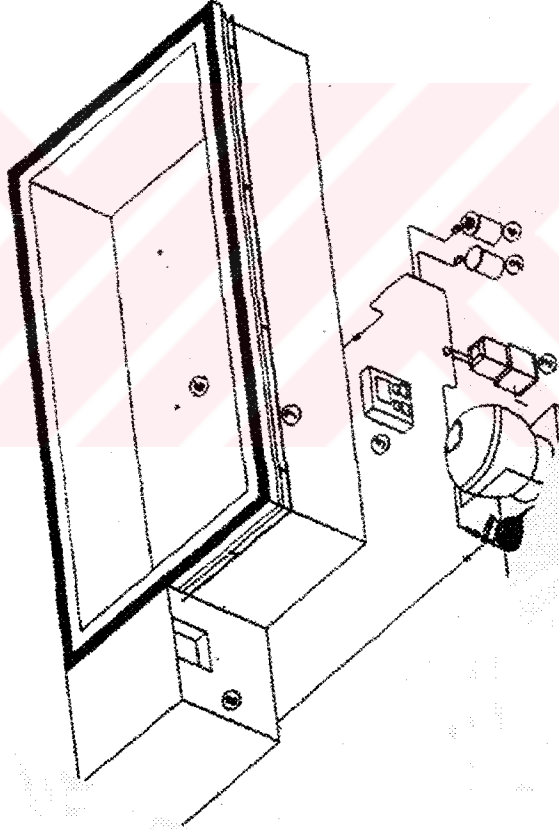
Havuz suyunda bulunan klor gibi korozif maddelerin; filtreleri, zamanla etkileyebileceği düşüncesine rağmen, ekonomik nedenlerle siyah saçtan imal edilerek komple sıcak galvaniz banyosuna daldırılmış filtre gövdeleri de kullanılmaktadır. Hatta çoğu kez galvaniz yerine; gövdeler, koruyucu kaplama maddeleri, boyalarla kaplanmaktadır.

Genel olarak havuzlarda kullanılan filtre cinsleri:

- Çok katmanlı, kuvarz kumlu hızlı filtreler: Kumu taşıyan taban bölme sacında bulunan mantar fiskiyelerinin üzerine toplam kalınlığı 120 cm.yi bulan üç tabaka kum konulmaktadır. Bu tip filtrelerde su süzme hızı (V_F) oldukça düşüktür. 15 ila 25 m/saat hız alınabilir.
- Tek katmanlı kuvarz kumlu yüksek hızlı filtreler: Bu tip filtrelerde ‘mum fiskiye veya çubuk fiskiye’ tabir edilen fiskiyeler kullanılır. Bunlar doğrudan kumun içerisinde ve dibinde bulunur. Bunlara kum kaçması olmaz ve süzme hızı 25 – 50 m/saat’ dir. Genellikle 0,5 mm. Tane büyüklüğünde kum kullanılır.
- Diatomit filtre: Bu filtreler dış görünüş itibarıyla yüksek hızlı filtrelere benzerler, ancak iç yapıları farklıdır. Gövde içerisinde özel bir veya birkaç kartuş bulunur. Bu kartuş özel sık dokulu bir bez süzgeçtir. Pudra halindeki diatomit, suda eriyerek bu bez kartuşun yüzeyini sarar ve dolayısıyla süzme işi mükemmelen yapılır. Diatomit filtre hızları da 20 – 30 m/saat’ dir. Bu filtreler 1 – 1,5 mikron büyüklüğündeki taneleri dahi tutmaktadır.

TASMA KANALLI YÜZME HAVUZU MAKİNE DAİRESİ ŞEMASI

1. Filtre İstasyonu
2. Elektrikli İstasyon
3. 100 Litrelik Su Deposu
4. KESİLEBİLİR YÜZME HAVUZU
5. Su İstasyonu
6. Su İstasyonu
7. Taşma Kanalı
8. Drenaj Sistemi



Şekil 1.8 Taşma kanallı yüzme havuzu makine dairesi şeması, (Havuz Dergisi, 1996)

Çizelge 1.3 Filtre çeşidine göre süzme hızları. (UHE, 1999)

Filtrenin Cinsi	Kullanım Yeri Havuzun Türü	Filtrenin kabul edilecek süzme hızı m/saat	
		Tatlı Su	Deniz Suyu
Çok katmanlı, kuvarz kumlu hızlı filtreler	- Umuma ait havuz	20	20
	- Özel ev havuzu	25	20
Tek katmanlı kuvarz kumlu yüksek hızlı filtreler	- Umuma ait havuz	30 – 40	25 – 35
	- Özel ev havuzu	40 – 50	35 - 40
Diatomit filtre	- Umuma ait havuz	20	20
	- Özel ev havuzu	30	20

1.10.1 Kum filtreleri ve görevleri

Kum filtresi yüzme havuzlarında en yaygın kullanılanıdır. Bakımı basit olduğundan ve topraklama yardımıyla su süper bir berraklığa ulaştığı için en iyi seçim olarak kabul edilir.

Kartuşlu filtre daha çok küçük özel ev havuzlarında tercih edilir. Filtre kartuşu kabından çıkarılarak yıkanabilir. Topraklamadan verim alınmaz. Hatta topraklama maddeleri kartuşta birikimi hızlandırdığı için kartuş çok çabuk kirlenir, tıkanır ve işlevini yapamaz duruma gelir.

Yüzme suyu havuzunun hazırlanması için daima kimyasal bir işlem (dezenfekte maddeleri, yosun öldürücüler v.b.) ve mekanik/fiziksel filtreleme işlemi yapılır. Bir kum filtresi 1/10000 mm' lik parçacık ebadına kadar olan kirleri (örn. deri artıkları, sabun artıkları v.b.) filtre edilebilir, yani filtre içinde tutar. Bir topraklama maddesi kullanıldığında filtrenin işe yararlılığı oldukça artar ve 1/1000000 mm' ye kadar ki partikülleri tutabilme kapasitesine erişir.

1.10.2 Ters yıkama yapılmasının nedeni

Pisliklerin toplanması sonucu her filtre zamanla tıkanır. Ters yıkama yapılarak filtre temizlenir. Bunun için yüksek basınç uygulanarak su alttan filtreye doğru pompalanır. Bu taziyik kum taneciklerini savurarak onlara yapışmış pislikleri çözer. Bu pislikler ters yıkama yapılan su ile birlikte atılırlar. Ters yıkama ile ne kadar su atımı yapılırsa o miktarda taze su

alınmalıdır. Bu önemlidir, çünkü bu sayede dezenfekte artığı olan klorit ve sülfatlar temizlenebilirler.

1.10.3 Ters yıkamanın zamanı ve süresi

Filtredeki kir birikintisi arttıkça basınçta aynı derecede yükselir. Bunun belirtileri şunlardır;

- Basınç yükseldiğinde pompa daha verimsiz çalışır.
- Filtrenin etkisi azalır, hatta aşırı safhada toplanmış olan pislikler filtreden geçip havuza girebilir.
- Filtredeki pislik daha çok dezenfekte maddesi tüketimine neden olur.

Bu problemleri yaşamamak için ters yıkama uygulamak çok önemlidir. Pratikte haftada bir ters yıkama yapmanın gerekli olduğu saptanmıştır. Filtredeki basınç bu 8 gün içinde genellikle 0,5 – 1 bar civarında artar.

Daima önce ters yıkama yapılmalı, sonra taze suyun dolması beklemeli, en son olarak suyun bakım Maddeleri eklenmelidir. Eğer skimmer' da topaklayıcı kullanılıyorsa, bu madde eklenmeden önce her zaman ters yıkama yapılmalıdır.

Eğer havuz kenarı temizlenmek isteniyorsa, bu en iyi ters yıkamadan hemen sonra yapılmalıdır, çünkü suyun seviyesi düşmüş olduğundan temizlik kolay olacaktır.

Ne zaman ters yıkama yapılacağı faktörü yanında ters yıkamanın uzunluğu da önemlidir. Kirlenme derecesine ve pompa kapasitesine bağıntılı olarak ters yıkama süresi 1 ila 3 dakika arasında olabilir. Ters yıkama suyunun berrak hale geldiğini yani filtre kumunun temizlendiğini eğer varsa gözetleme camından görülebilir. Haftada bir tüm hacmin % 3 – 5' i yenilenmelidir.

1.10.4 Kum filtresinin optimal bakımı

En önemli şey sık sık ters yıkama yapmaktır. Sert su bulunan bölgelerde zamanla kireç filtreyi o kadar tıkayabilir ki ters yıkama bile bir işe yaramaz. Önce kumu tamamen değiştirmek yerine Decalcit Filter ile dezenfekte, temizleme ve kireç çözme işlemini yapmak daha hesaplı olur. Bu işlemin yapılmasının tavsiye edildiği zaman sezon sonundaki günlerden biridir. Filtre tankı açılabilirse öncelikle kumun durumunu kontrol etmek yerinde olacaktır. Decalcit Filter direk kum üzerine dökülerek ve geceleyin bekletilerek uygulanır. Decalcit Filter kuvarz kumunun keskin çepirli karakteristiğini değişikliğe uğratmadan temizler.

1.10.5 Kumun değiştirilme zamanı ve cinsi

Kum filtrelerinin süzme kapasitesi içine konan cinsine bağlıdır. İdeali kuvarz kumdur. Kuvarz kumu belirlenmiş ebatlarda işlenmiş ve keskin kenarlı yapıdadır. Her ters yıkama esnasında kum tanecikleri birbirlerine sürtünerek gittikçe küçülür ve yuvarlaklaşırlar. Ayrıca her ters yıkamada bir miktar kum kirli suyla rogara verilir. Bu nedenlerden dolayı birkaç yıl sonra kum değişme gereksinimi ortaya çıkabilir.

Yukarıda belirtilen kuvarz kumunun tane büyüklüğü 0,3 – 1 mm ve 1 – 2 mm arasında olmalıdır. Kumun yanında süzme kapasitesini artıran maddelerde kullanılabilir. Bunlar Hidroantrazit, Zeslit (1/3 oranında karıştırılır), Aktif karbondur.

(UHE, 1999)

Çizelge 1.4 Kirlenme Türleri Etki ve Karşı Önlemler. (UHE, 1999)

KİRLENME	RİSK OLUŞTURMA	ETKİ	GİDERİCİ UYGULAMA
Mineral Kökenli Kum Kil Toprak	Tehlikesizdir.	Türbitide Bulanık su	Filtre ile elimine edilir.
Organik Kökenli Yaprak Böcek Polen Yosun Bakteri Mantar	Enfeksiyon odakları olarak artış gösterebilirler, yosun ve mikroorganizmaların gelişimine uygun şartlar hazırlarlar.	Yosun artışı ile bulanıklaşmış ve patojen mikroorganizmalarla enfekte olmuş havuz suyu	Filtre ile elimine edilir + kimyasal maddelerle nötralize edilir.
Suda Eriyik Haldeki Maddeler	Direkt tehlike oluşturur.	Uzun vadede suyun doğal dengesinin bozulması söz konusudur ve mikroorganizmalara beslenme ortamı oluşturur.	Kimyasal maddelerle nötralize edilir + Kısmi su ilavesi yapılır.

Çizelge 1.5 Yüzme havuzları için teknik değerler. (UHE, 1999)

SEÇİLMİŞ GENEL YÜZME BİLEENLER VE ATLAMA HAVUZLARI (h>1.35m.) İÇİN TEKNİK DEĞERLER

HAVUZ ÖLÇÜLERİ m	10x6.5	12x8.2	16.7x8	25x8	25x10	25x12.5	25x16.7	50x16.7	50x20	50x21
ALANI m ²	65	99	133	200	250	312.50	417	833.50	1000	1050
TAŞMA ÇEVRESİ	33	40.40	49.40	66	70	75	83.40	133.40	140	142
FİLTASYON m ³ /h	29	45	59	89	111	139	185	370	444	466
YÜZÜCÜ PERİYODU 1/h	15	22	30	44	56	69	93	185	222	233
YÜZCÜ TAŞIRDIĞI SU V v(m ³)	1.13	1.65	2.25	3.30	4.20	5.18	6.98	13.88	16.65	17.48
DALGA İLE TAŞAN SU V w(m ³)	2.53	3.56	4.65	6.65	7.68	8.79	10.39	17.28	18.17	18.59
TERS YIKAMA SUYU VR(m ³)	7	9	12	18	23	27	36	72	86	89
REZERV DEPO	10.66	14.21	18.90	27.95	34.88	40.97	53.37	103.16	120.82	124.87

SEÇİLMİŞ GENEL YÜZME BİLMEYENLER HAVUZLARI (h<1.35m.) İÇİN TEKNİK DEĞERLER

HAVUZ ÖLÇÜLERİ m	10x6.5	12x8.2	16.7x8	25x8	25x10	25x12.5	25x16.7	50x16.7	50x20	50x21
ALANI m ²	65	99	133	200	250	312.50	417	833.50	1000	1050
TAŞMA ÇEVRESİ	33	40.40	49.40	66	70	75	83.40	133.40	140	142
FİLTASYON m ³ /h	44	74	99	148	185	232	309	617	741	778
YÜZÜCÜ PERİYODU 1/h	24	37	49	74	93	116	154	309	370	389
YÜZCÜ TAŞIRDIĞI SU V v(m ³)	1.80	2.78	3.68	5.55	6.98	8.70	11.55	23.18	27.75	29.18
DALGA İLE TAŞAN SU V w(m ³)	2.17	2.80	3.56	4.94	5.41	5.83	6.35	9.35	8.99	8.88
TERS YIKAMA SUYU VR(m ³)	9	15	19	32	37	45	64	126	148	157
REZERV DEPO	12.97	20.58	26.24	42.49	49.39	59.53	81.90	158.53	184.74	195.06

GENEL HAVUZLARIN SU DERİNLİĞİ, KİŞİ BAŞINA DÜŞEN SU ALANI, ANMA YÜKÜ VE SİRKÜLASYON DEBİSİ

Havuz Tipi	Su derinliği (m)	Kişi başına düşen su alanı a (m ²)	Anma yükü N (1/h)	Sirkülasyon debisi Q (m ³ /h)
Atlama havuzu	3.40	4.5	0.222 A	0.222 A/k
Derin havuzlar	> 1.35	4.5	0.222 A	0.222 A/k
Siğ havuzlar, derinliği değişen havuzlar	0.6 - 1.35	2.7	0.37 A	0.37 A/k
Su atraksyonu olan havuzlar	0.6 - 1.35	2.7	0.37 A	0.37 A/k + 6 P
Kaydırak havuzları	1.0 - 1.35	-	-	her kaydırak için (0.37 A/k) + 35. en az 60
Çocuk havuzları	0.5	-	2k . V	A/k
Ayak yıkama havuzu	0.10 - 0.15	-	-	V
Küçük havuz	1.35	12.0	0.083 A	0.25
Masaj havuzları (Mostakil)	1.0	1 olurma yeri	3 P	15 V
Masaj havuzları (Kombine kullanım)	1.0	-	20 k . V	20 V
Terapi havuzları	1.35	4	k . V	V
Soğuk su (Şok) havuzları	1.10 - 1.5	-	-	V

Tablo 1. Özel havuzlar için havuz hacmine ve havuz yüküne bağlı minimum sirkülasyon periyodu tablosu

Havuz Yüğü	Sirkülasyon periyodu (Saat)	Sirkülasyon periyodu (Saat)	Sirkülasyon periyodu (Saat)
az	5	6	8
orta	4	5	7
çok	3	4	6
	300 m ³ 'e kadar	30 - 50 m ³	50 m ³ üzeri

Su ısıtılmasında kullanılacak tesisin ölçülen dirilmesinde baz alınacak su sıcaklıkları

Havuz Çeşidi	Max. Su Sıcaklığı
Derin, Siğ, Atlama, Dalga, Atraksyon, Kaydırak Havuzları	26 - 28
Çocuk Havuzları	26 - 32
Terapi Havuzları	35
Masaj Havuzları	32 - 56
Soğuk Su (Şok) Havuzları	15

Çizelge 1.6 Filtrelerin karşılaştırılması. (Havuz Dergisi, 1995)

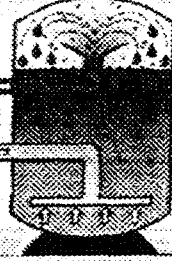
	Kum Filtreleri	Kartuşlu Filtreler	Diatomitli Filtreler
Filtre edici ortam	Yaklaşık 0.5 mm Granülasyonlu kuvarz kumu	Bir büyük veya birden fazla küçük kıvrımlı özel kartuş	0.005 mm diatomit pudrası
Filtrasyon inceliği	20-40 mikron	10-20 mikron	2-5 mikron
Haftalık Bakım	Ters yıkama	Durulama Fırçalama	Diatomitin tekrar süspansiyon hale getirilmesi
Sezonluk Bakım	Asitle muamele	Asitle yıkama	Filtrenin yeniden diatomitle beslenmesi
Filtrasyon inceliğinin artırılması	Flokulasyon	Daha hassas kartuş kullanılması	Filtrasyon hassastır
Maksimum geçiş hızı	50 m ³ /h/m ²	2 m ³ /h/m ²	4-5 m ³ /h/m ²
Çalışma ömrü	Kum hemen hemen hiç aşınmaz, ortalama 6 senede bir değiştirilir.	1-2 sezonda bir kartuş değiştirilir.	Havuzun işletme sonuçlarına göre 1-3 ayda bir diatomit şarjı yenilenir.
Tesis maliyeti	Ortalama	Düşük	Yüksek
İşletme maliyeti	Haftada 0.5-1 m ³ su harcamını ve sürekli flokulan kullanımı vardır.	Kartuş temizliği ve yenileme maliyeti vardır. Tıkanma takip edilmelidir.	Tıkanma takip edilmelidir. Aşırı toz ve polenlere karşı işletmede hassastır.
Otomasyon	Presostat veya kronolojik kontrollü vanalarla mümkündür.	Pratikte çok zordur.	Pratikte çok zordur.

Kum Filtresi Nasıl Çalışır?

Kum Filtresi içindeki kumun kalitesi ve temizliği ile doğru orantılı olarak işe çalışır.

Havuzdan gelen ham su

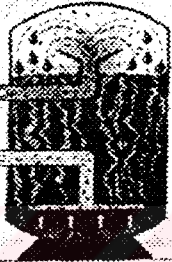
Havuze giden temiz su



Filtre kumundaki kireç biriktirmiden dolayı verimli olmayan kum filtresi

Havuzdan gelen ham su

Havuze giden temiz su

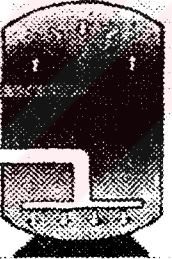


* Filtre içindeki kum arada bir Bayrol Decalcit Filter İlaç ile temizlenmelidir.

Filtrenin ters yıkama işlemi

Pis su drenajına giden kirlı su

Havuze giden temiz su



Şekil 1.9 Kum filtresinin çalışması

1.11 Yüzme Havuzu Mekanik Tesisatı Hesapları

1.11.1 Havuzda uygulanacak sistemler

1.11.1.1 Filtreleme sistemi

- Üstten taşma veya yandan savaklı denge (Rezerv) tanklı sistem.
- Kuvars kumlu filtreden sirkülasyonlu % 70 üstten, % 30 dipten emişli.

1.11.1.2 Topaklama (Flocculation)

Suda serbestçe gezen ve filtre tarafından tutulamayan küçük kir taneciklerinin, birleştirilerek büyük taneler oluşturmaya toplama denir. Bu şekilde filitrelerin süzme hassasiyeti artırılmış olacaktır.

Bunu sağlayacak metodlar,

- a- Kimyasal metod: Suya koloidal maddeler ilave etmek (örneğin Alüminyum Sülfat gibi)
- b- Elektro fizik metod: Suya verilen bakır iyonları, sudaki kirleri kendi üzerine çekerek toplama olayını gerçekleştirir.

1.11.1.3 Dezenfeksiyon

Variyante I : Klor (Sodyum hipoklorit halinde)

Variyante II : Elektro-fizik gümüş iyonizasyonu

1.11.1.4 Ph kontrolu

Aluminyumsülfat veya Hidroklorik asit

1.11.2 Yüzme havuzu hesapları (Bölükbaşıoğlu, 1995)

Bilinenler ve kabuller

- Havuz ölçüleri : 50 m . 25 m . , $h_{\min} = 1,80$ m $h_{\max} = 1,90$ m

- Havuzun hacmi : $V = 25 \cdot 50 \cdot 1,85 = 2313$ m³ (1.4)

- Havuzun alanı : $S = 25 \cdot 50 = 1250$ m² (1.5)

- Havuzun yoğunluğu : $S_k = 2,5$ m²/kişi → peak saatlerde ; $5,25$ m²/kişi → normalde

- Havuzun sirkülasyon periyodu : $n = 4$ devir/h

- Kum filtresi filitreleme hızı : $V_F = 15-20$ m/saat

- Havuz besleme başlığı çıkış hızı : $V_b = 4-7$ m/s

- Borularda akış hızları

Emme borularında : $V_{\max} = 1 - 1,25$ m/s

Basma borularında : $V_{\max} = 2 - 2,50 \text{ m/s}$
 Bütün tabii akış borularında : $V_{\max} = 0,35 - 0,8 \text{ m/s}$ (Havuzdaki su yüksekliğine bağlı)

- Sualtı lamba voltajı : 12 V 300 Watt
 - Havuzun kapasitesi : K (Kişi Sayısı)

$$K = S / S_k \quad (1.6)$$

$$K_{\min} = 1250 / 5,25 = 239 \text{ kişi} \quad K_{\max} = 1250 / 2,5 = 500 \text{ kişi}$$

(Bölükbaşıoğlu, 1995)

1.11.3 Rezerv tank (Denge Tankı) hacminin hesabı

Denge tankının hacmi tamamıyla su ile dolu olmayacaktır. Su filitreleme ve devr-i daimi yapılırken tankın yarısına kadar su bulunacaktır. Tankın boş kısmı havuza giren insanların taşıdığı, ya da rüzgarla taşan sulara tahsis edilecektir.

Genel olarak havuz alanının beher m^2 'sine 60 lt. denge tankı toplam hacmi uygundur. Ancak çok kaba olan bu seçim başka usullere tahkik edilmelidir. En önemlisi; denge tankındaki suyun, (Tankın yarısına kadar dolu olacağı kabul edilerek) filtrenin ters yıkama işlemi yapıldığında atılan miktarı karşılamalıdır.

1.11.3.1 Havuz yüzeyine göre hesaplanması

Hava boşluğu = 1,10

$$V_R = 60 \text{ lt/kişi} \cdot S \cdot 1,10 = 60 \cdot 1250 \cdot 1,10 = 82500 \text{ lt.} \quad (1.7)$$

$V_R = 85 \text{ m}^3$ alınabilir.

1.11.3.2 Havuza aynı anda giren adam sayısına göre rezerv tank hacmi tahkiki

$$V_R = K_{\max} \cdot 150 \text{ lt/kişi} \cdot 1,10 = 500 \cdot 150 \cdot 1,10 = 82500 \text{ lt.} \quad (1.8)$$

$V_R = 85 \text{ m}^3$ alınabilir.

1.11.3.3 Basit amprik hesap tarzı

Havuz alanının her m²'si için 60 – 70 lt.

- a- Mantık : Havuz sirkülasyon pompalarının durduğu zamanlarda, rüzgar veya başka sebeplerle havuz su seviyesinin 3 – 3,5 cm.'ye kadar eksilebileceği varsayımı.

Denge tankı, her zaman yarıya kadar su ile dolu iken, eksilen havuz denge tankının boş hacmini ancak doldurabilmelidir.

Bu mantık ile :

$$\text{Denge tankı hacmi } V_R = 2 \cdot S \cdot 30 \text{ veya } V_R = 2 \cdot S \cdot 35 \quad (1.9)$$

$$\text{Kısaca } V_R = 60 \cdot S \text{ veya } V_R = 70 \cdot S \text{ litredir.} \quad (1.10)$$

- b- Su kıtlığı olan yöreler ve olimpik havuzlar için büyük değer tercih edilmelidir.

Bu seçim ; su rezervi açısından önemlidir.

- d- Denge tankında ki otomatik su ikmal seviyesinin; pompa hava emmeyecek yükseklikte tutulması gerekir.

$$V_R = S \cdot 0,06 = 1250 \cdot 0,06 = 75 \text{ m}^3 \text{ (Özel ev havuzlarında)} \quad (1.9' \text{ dan)}$$

$$V_R = S \cdot 0,07 = 1250 \cdot 0,07 \cong 88 \text{ m}^3 \text{ (Olimpik havuzlarda, 5 yıldızlı otel havuzlarında)} \quad (1.10' \text{ dan)}$$

1.11.3.4 Havuz yüzücü kapasitesine göre

- a- Havuz alanının her (4 –5) m²'sine bir yüzücü hesabı ile :

- b- Her yüzücünün 150 lt. su taşıyacağı kabul edilerek.

$$V_R = 2 \times \frac{S}{5} \times 150 \text{ lt.} \quad (1.11)$$

$$V_R = 2 \cdot 1250 \cdot 150 / (5 \cdot 1000) = 75 \text{ m}^3 \text{ (Özel ev havuzlarında)}$$

$$V_R = 2 \cdot 1250 \cdot 150 / (4 \cdot 1000) \cong 94 \text{ m}^3$$

(Olimpik havuzlarda, 5 yıldızlı otel havuzlarında)

1.11.3.5 Filtrelerin ters yıkama süresinde atılan su hacmine bağlı hesap tarzı

- a- Filtrelerin ters yıkama süresi : 5 – 6 dakikadır.

- b- Pompa debisi : havuz hacminin,
 özel ev havuzlarında : 1/8'i
 site, otel, apartman havuzlarında : 1/6'sı
 olimpik ve 5 yıldızlı otel havuzlarında : 1/4'ü dür.
- c- Denge tankının tüm hacmi, ters yıkama ile atılacak hacmin iki katı olacaktır.

Bu düşünce ile

Denge tankı hacmi : V_R

$$V_R = Q_p \times \frac{6}{60} \times 2 \rightarrow V_R = \frac{V}{n} \times \frac{6}{60} \times 2 = \frac{V}{n} \times \frac{1}{5} \text{ dir.} \quad (1.12)$$

Başka bir deyimle :

Toplam pompa debisinin 1/5'i dir.

$$V_R - \text{Özel ev havuzu ise} : \frac{2313}{8} \times \frac{1}{5} \cong 58 \text{ m}^3$$

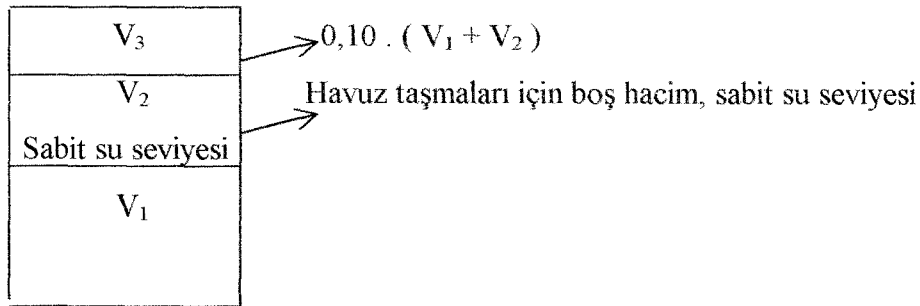
$$V_R - \text{Site, apartman havuzu ise} : \frac{2313}{6} \times \frac{1}{5} \cong 78 \text{ m}^3$$

$$V_R - \text{Olimpik, beş yıldızlı otel havuzu ise} : \frac{2313}{4} \times \frac{1}{5} = 116 \text{ m}^3$$

NOT : Yukarıdaki tüm hesaplama şekillerinin en olumlusu :1.11.3.5 nolu hesap tarzı olacaktır. Yani $V_R = 116 \text{ m}^3$ 'ü karşılayacak bir rezerv (denge) tankı seçilmelidir.

(Bölükbaşıoğlu, 1995)

1.11.3.6 Rezerv tankın hacim bölüştürmesi



$$V_R = V_1 + V_2 + V_3 \quad V_1 \cong V_2 \quad V_R = 75 \text{ m}^3 \quad (1.13)$$

$$V_R = 2 \cdot V_1 + 0,1 \cdot 2 \cdot V_1 = 2,2 V_1 \quad (1.14)$$

$$V_1 = 75 / 2,2 = 34,09 \text{ m}^3$$

(Bölükbaşıoğlu, 1995)

1.11.4 Kum filitreleri

- Yüksek hızlı filtreler genel olarak

ϕ 350 mm. Çaptan : 0,1 m² filtreleme alanına

ϕ 1250 mm. Çapa kadar : 1,23 m² filtreleme alanına

- Daha büyük çaplı madeni gövdeli filtreler

ϕ 1600 mm. Çaptan : 2 m² filtreleme alanına

ϕ 2500 mm. Çapa kadar : 4,9 m² filtreleme alanına sahiptir.

1.11.4.1 Kum filitrelerinin toplam kesiti = S_F

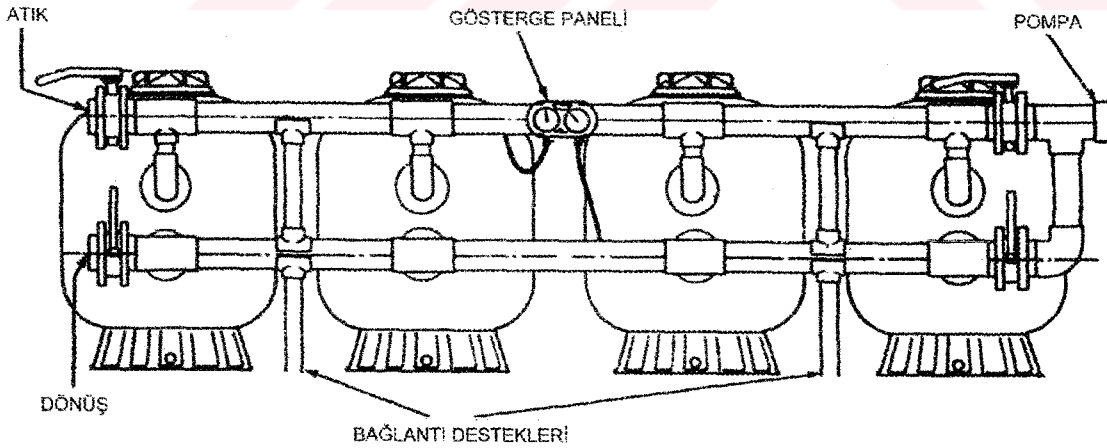
Q = Sistemin toplam su debisi

NOT = Havuz hacmi 2313 m³'e rezerv (denge) tankı hacmi 116 m³ eklenerek toplam su hacmi bulunabilirdi. Genellikle piyasada bu yöntem küçük hacimli havuzlar için tercih edildiğinden hesaba katılmamıştır.

$$Q = V / n = 2313 / 4 = 578 \text{ m}^3/\text{h} \quad (1.15)$$

Filtreleme hızı : $V_F = 25-30 \text{ m/h}$

$$S_F = Q / V_F = 578 / 30 = 19,26 \text{ m}^2 \quad (1.16)$$



Şekil 1.10 4 adet kum filtresinin bağlantı şeması

1.11.4.2 Filtre çapı ve adedi

Beher filitrelerinin kesiti = s_f

$$s_f = S_F / n = 19,26 / 4 = 4,9 \text{ m}^2 \quad (1.17)$$

$$s_f = \pi \cdot (D_F)^2 / 4 \quad D_F = \sqrt{4 \times 4,9 / 3,14} = 2,5 \text{ m} \quad (1.18)$$

$$K_F = \text{Filtre adedi} = S_F / s_f = 19,26 / 4,9 = 3,9 \Rightarrow k = 4 \text{ adet seçilir.} \quad (1.19)$$

(Havuz Dergisi, 1998)

1.11.4 Pompa tipi ve adedi

$$M = \text{Pompa sayısı} = Q / Q_P = 5 \text{ adet olması istenmektedir.} \quad (1.20)$$

$Q_P = \text{Pompa debisi (m}^3/\text{h)}$

$Q = \text{Sistemin toplam debisi} = 578 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_P = 578 / 5 = 115,6 \cong 116 \text{ m}^3/\text{h (1.20'den)}$$

Pompa tipi : KSB-ETA 100/26

Gövde ve fan malzemesi : Pik

Mil malzemesi : Paslanmaz çelik

$N_{we-5''} N_{we-4''}$

Adet : 6 adet (5 asıl – 1 yedek)

1.11.5.1 Sistemde basınç kayıpları

Kum filitreleri = 5 mSS

Manometrik irtifa = 2 mSS

Boru kayıpları = 2 mSS

Lokal kayıplar = 2 mSS

TOPLAM..... 11 mSS

Filtrenin tıkanması halinde müsaade edilecek basınç kaybı 5 mSS.

Not: Besleme nozüllerindeki basınç kaybı seçilen nozülün çapına ve debisine göre Çizelge 1.

8 de de görüldüğü üzere 0,25 mSS ila 14,5 mSS arasında değişmektedir.

1.11.7 nolu başlıkta seçilen nozüllerin basınç kaybı 2,5 mSS olduğu yine Çizelge 1.8 yardımıyla görülmektedir.

1.11.5.2 Seçilen pompa karakteristiği

$$Q_p = 116 \text{ m}^3/\text{h} \quad H = 18 \text{ mSS} \quad N = 15 \text{ HP} \quad n_p = 1425 \text{ d/d}$$

1.11.5 Pompa ön filitreleri

(her pompa için bir adet) 25 m³/h kapasiteli 4'' – 5 adet

1.11.6 Havuz besleme başlığı (Nozül)

n = Besleme nozülü sayısı

- Eğer bize $d = 25\phi$ mm.'lik nozül kullanılacağı bildirilirse

$V_b = 5$ m /s su püskürtme hızı

$$s_b = \pi \cdot d^2 / 4 \quad q_b = V_b \cdot s_b \quad (1.21), (1.22)$$

$$s_b = \pi \cdot (2,5)^2 / 4 = 4,908 \text{ cm}^2$$

$$Q = n \cdot q_b \quad q_b = 5 \cdot 4,908 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 8,835 \text{ m}^3/\text{h} \quad (1.23)$$

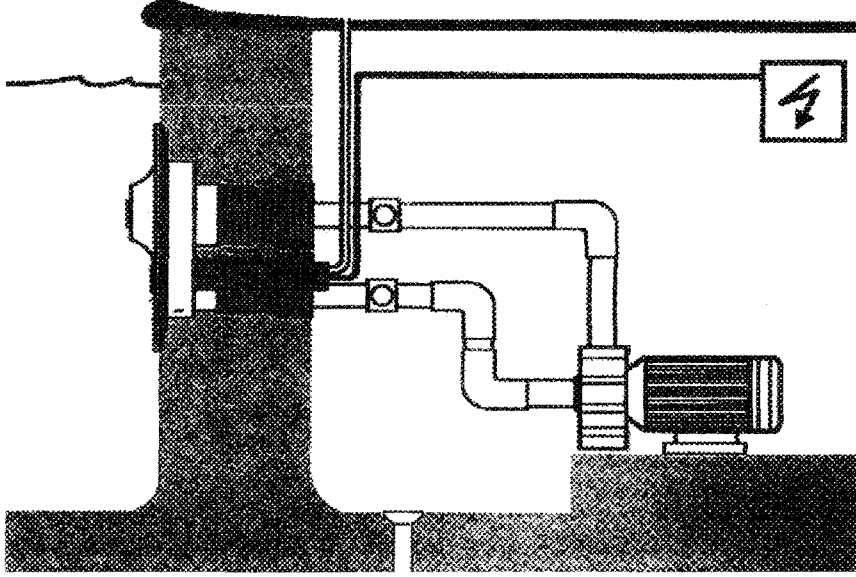
$$n = 578 / 8,835 \cong 66 \text{ adet seçilir.}$$

- Eğer bize $q_b = 9$ m³/h kapasiteli nozül kullanılacağı bildirilirse (1.23'den)

$$n = Q / q_b = 578 / 9 \cong 65 \text{ adet}$$

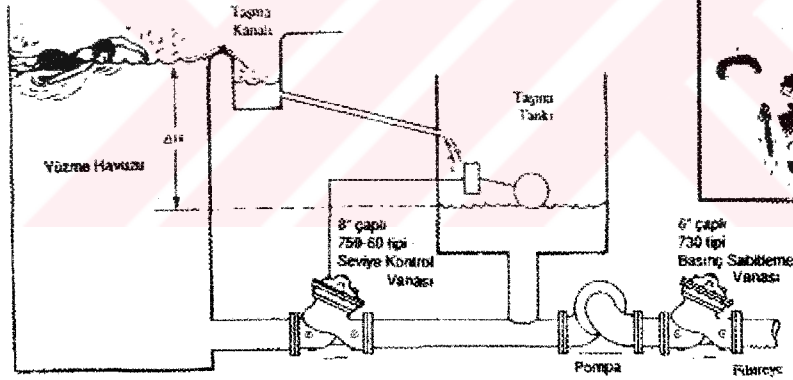
NOT: Havuzun dip süzgeci veya denge tankının emme süzgecinde süzgeç deliklerinin toplam kesiti onun bağlandığı emiş boru kesitinden dört kat büyük olmalıdır.

(Bölükbaşıoğlu, 1997)



Şekil 1.11 Besleme nozulu

YÜZME HAVUZU İÇİN SEVİYE KONTROL VANASI (RESERVOIR FLOAT CONTROL VALVE)

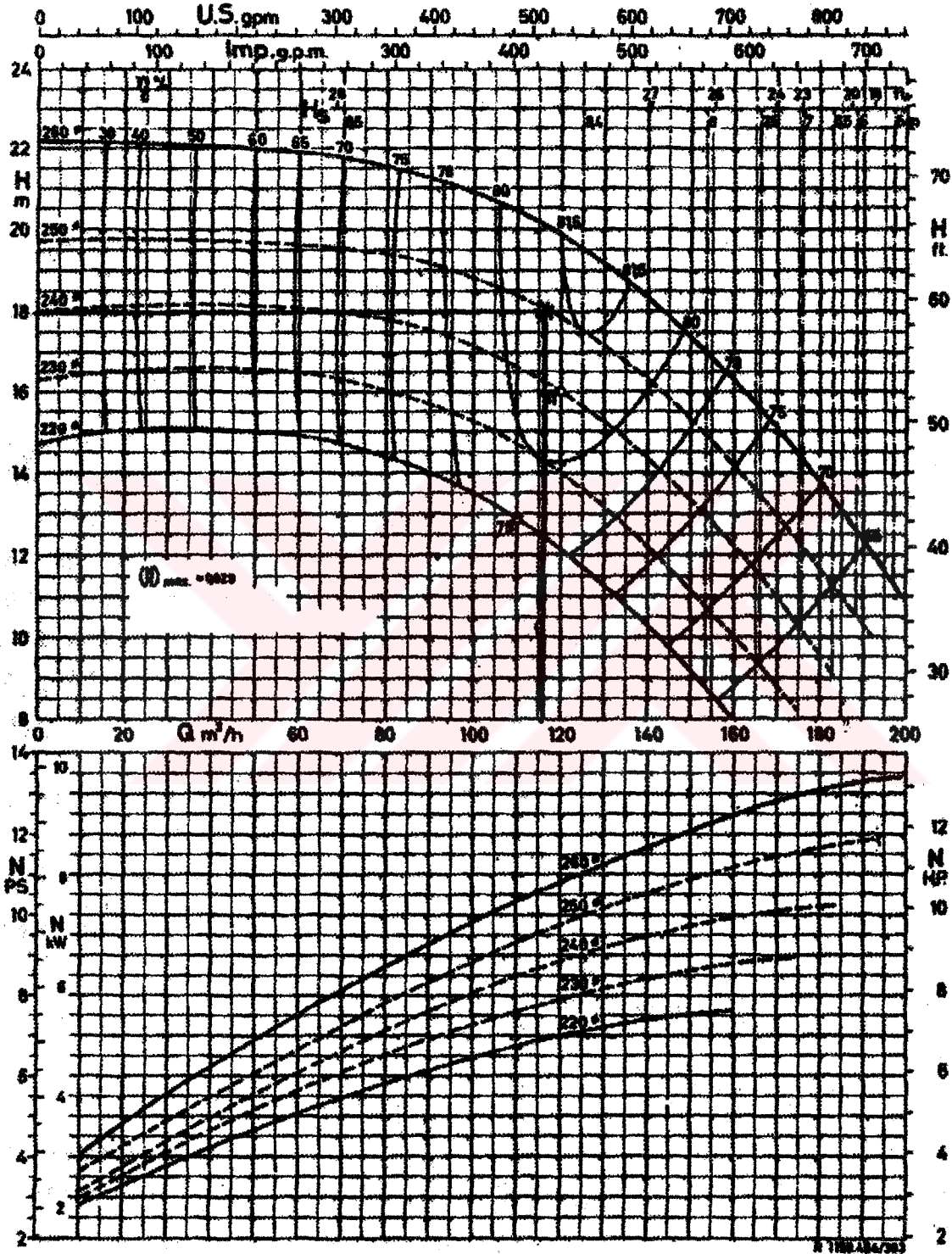


- * Yüzme havuzu, su deposu, su tankının su seviyesini ayarlanan seviyede sabit tutar.
- * Sistem çok düşük basınçlarda 0,7 mss (2feet) çalışır.
- * Yüzme havuzuna fazla insan girdiğinde taşma tankında toplanan su ile pompanın havuzdan aldığı suyu dengeleyerek, havuz su seviyesini sabit tutar.

Şekil 1.12 Seviye kontrol vanası detayı

Çizelge 1.7 Pompa seçim tablosu

ETA 100-28
1425 U/min



1.11.7 Havuz besleme sistemlerine göre emme oranları, boru çaplarının seçimi

(Bölükbaşıoğlu, 1995)

- Yandan beslemeli havuzlarda

Skimmerli havuzlarda: pompa debisinin:

% 50'si dip süzgecinden, % 50 skimmerden

Yandan savaklı havuzlarda: % 50'si dip süzgecinden, % 50 denge tankından

Üstten taşmalı havuzlarda: % 30'u dip süzgecinden, % 70 denge tankından

- Dipten beslemeli havuzlarda

Skimmerli havuzlarda: pompa debisinin:

% 10'si dip süzgecinden, % 90 skimmerden

Yandan savaklı havuzlarda: % 10'si dip süzgecinden, % 90 denge tankından

Üstten taşmalı havuzlarda: % 10'u dip süzgecinden, % 90 denge tankından

Havuzlarda boru donanımları

- Havuz dibinden emiş hattı
- Denge tankı veya yatık sıyrıcı (skimmer) den emme hattı
- Vakum, süpürme hattı veya hatları
- Havuz besleme hattı (Yandan besleme nozullerine, dipten besleme nozullerine)
- Filtre ters yıkama hattı, aynı zamanda durulama hattı
- Taşma sularını toplama hattı
- Havuzun pompa ile boşaltılması hattı
- Havuz makine dairesi su toplama çukuru tahliye hattı

NOT : Genelde Olimpik Havuzlarda Çalışma Esnasında

$$\text{Rezerv tank dip emiş} \quad Q \cdot 0,70 = Q_{\text{REZ}} \quad (1.24)$$

$$\text{Havuz dip emiş} \quad Q \cdot 0,30 = Q_{\text{HAV}} \quad (1.25)$$

Teoride

$$\text{Rezerv tank dip emiş /basma} \quad Q \cdot 1,00 = Q_{\text{REZ}} \quad (1.26)$$

$$\text{Havuz dip emiş/basma} \quad Q \cdot 0,5 = Q_{\text{HAV}} \quad (\text{Daha küçük kapasiteli havuzlarda} \\ 0,4 \cdot Q \text{ da alınabilir}) \quad (1.27)$$

$$Q_{\text{REZ}} = 578 \cdot 1,00 = 578 \text{ m}^3/\text{h} = 160,5 \text{ lt/s} \quad (1.26' \text{ dan })$$

$$Q_{\text{HAV}} = 578 \cdot 0,5 = 289 \text{ m}^3/\text{h} = 80,2 \text{ lt/s} \quad (1.27' \text{ den })$$

$$Q = A \cdot V \quad , \quad A = \pi \cdot D^2 / 4 \quad \Rightarrow \quad D \text{ (mm)} = 18,8 \sqrt{Q(m^3/h)/V(m/s)} \quad (1.28)$$

- Rezerv tank emiş hattı

D ϕ (mm)	V (m/s)	Q (lt/s)
ϕ 450 mm	1 m/s	159 lt/s

$$Q = 578 \text{ m}^3/\text{h} \cong 160 \text{ lt/s}$$

$$D = 18,8 \sqrt{578/1} = 451 \text{ mm} \Rightarrow D = 450 \text{ mm seçilmesi uygundur. (1.28'den)}$$

- Havuz dip emiş hattı

D ϕ (mm)	V (m/s)	Q (lt/s)
ϕ 350 mm	1 m/s	96,21 lt/s

$$Q = 289 \text{ m}^3/\text{h} \cong 80 \text{ lt/s}$$

$$D = 18,8 \sqrt{289/1} = 319,6 \text{ mm} \Rightarrow D = 350 \text{ mm seçilmesi uygundur. (1.28'den)}$$

- Rezerv tank basma hattı

D ϕ (mm)	V (m/s)	Q (lt/s)
ϕ 300 mm	2,5 m/s	70,68

$$Q = 578 \text{ m}^3/\text{h} \cong 160 \text{ lt/s}$$

$$D = 18,8 \sqrt{578/2,5} = 285,85 \text{ mm} \Rightarrow D = 300 \text{ mm seçilmesi uygundur. (1.28'den)}$$

- Havuz dip basma hattı

D ϕ (mm)	V (m/s)	Q (lt/s)
ϕ 225 mm	2,5 m/s	32 lt/s

$$Q = 289 \text{ m}^3/\text{h} \cong 80 \text{ lt/s}$$

$$D = 18,8 \sqrt{289/2,5} = 202,13 \text{ mm} \Rightarrow D = 225 \text{ mm seçilmesi uygundur. (1.28'den)}$$

NOT = Yukarıdaki seçilen tüm boru çaplarının doğruluğu boru kayıp cetveli tablosundan kontrol edilebilir. (Çizelge 1.9) Genellikle havuzlarda PVC 10 Atü boru kullanılmalıdır. Yukarıdaki hızlara göre bulunan çaplar boru iç çaplarıdır. Bu çaplar seçme abağından kolayca tespit edilebilir.

1.11.8 Havuz suyu dezenfeksiyon sistemleri

1.11.9.2.1 Topaklama (Flocculation)

Suya bulanıklık veren maddeler yüzer duruma geçebilmesi için suyun PH değerine bağlı olarak demir sülfat, alüminyum sülfat gibi katı maddeler kullanılır.

İçin 1 asıl + 1 yedek pompa

$$q_t = V (m^3) \cdot 3 (gr/m^3 \cdot gün) \quad (1.29)$$

$$q_t = 2313 \cdot 3 = 4626 \text{ gr/gün}$$

(Bu değer 4 saat boyunca havuz suyuna dozajlanacaktır)

Dozaj pompası : 2 H/h , 5 kg/cm²

1.11.9.2.2 Sudaki klor oranı (Dezenfeksiyon)

- Havuz suyunu mikroplardan arındırma için genellikle Cl kullanılır.
- Normalde : 0,5 - 2 ppm.(mg/h)
- Klor bombardımanı yapılan günlerde 3 - 6 ppm. olabilir. (Böyle durumlarda 24 saat suya girilmeyecektir.) Bu nedenle sudaki klor nisbetini her an tahlil ederek, tesbit eden ve dozaj pompalarına 'çalış-dur' komutlarını otomatik olarak veren elektrot ve panelin kullanılması, bakımdaki beşeri hata ve ihmalleri önleyecektir.

Cl : 3 ppm (mg/h) , % 6 Cl aktivitesi

$$V \cdot 3 \text{ ppm} / 0,06 = \text{Günlük Cl miktarı} \quad (1.30)$$

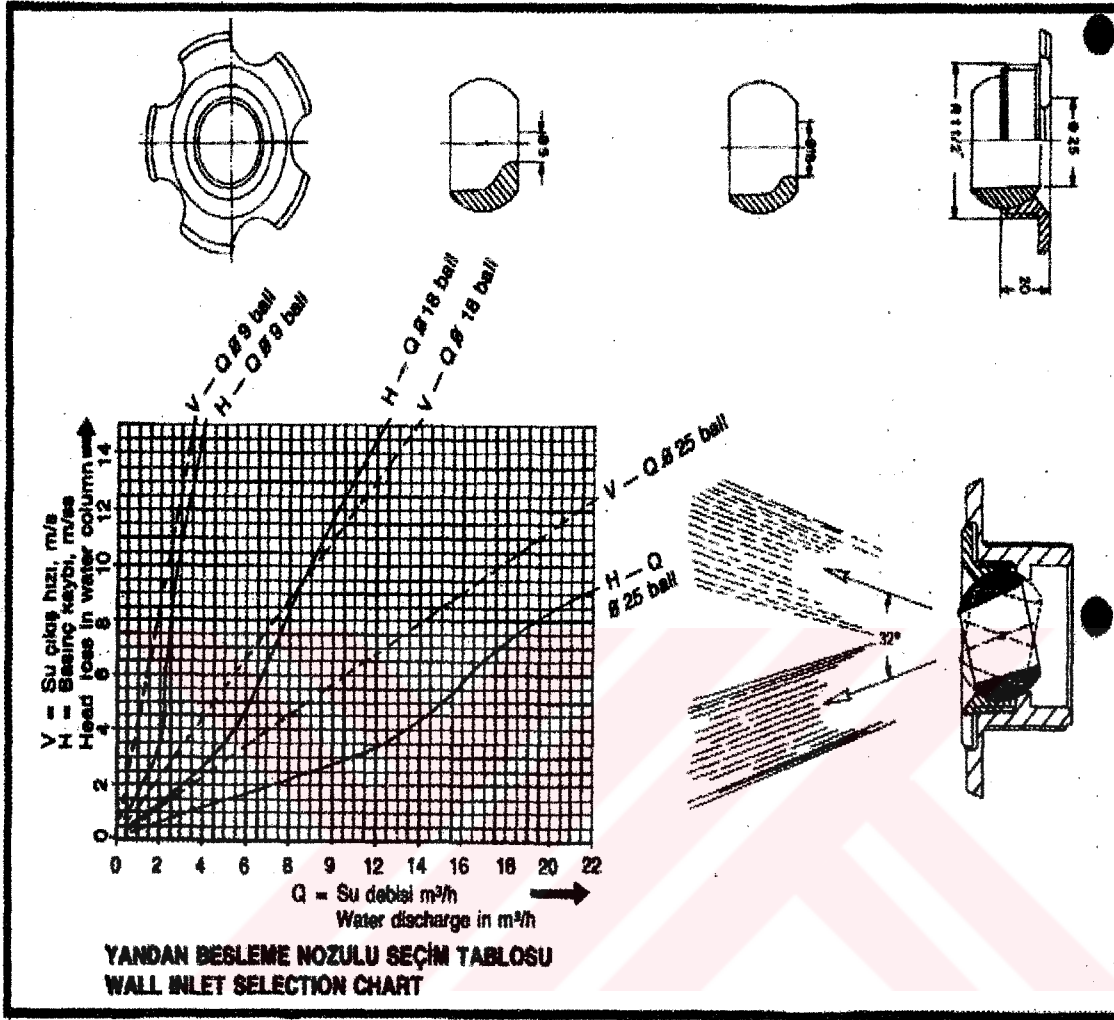
$$2313 \cdot 3 / 0,06 = 115650 / 4 \text{ h} = 30 \text{ lt/s}$$

PH pompası 10 lt/h, 5 kg/cm² 3 adet pompa (biri yedek)

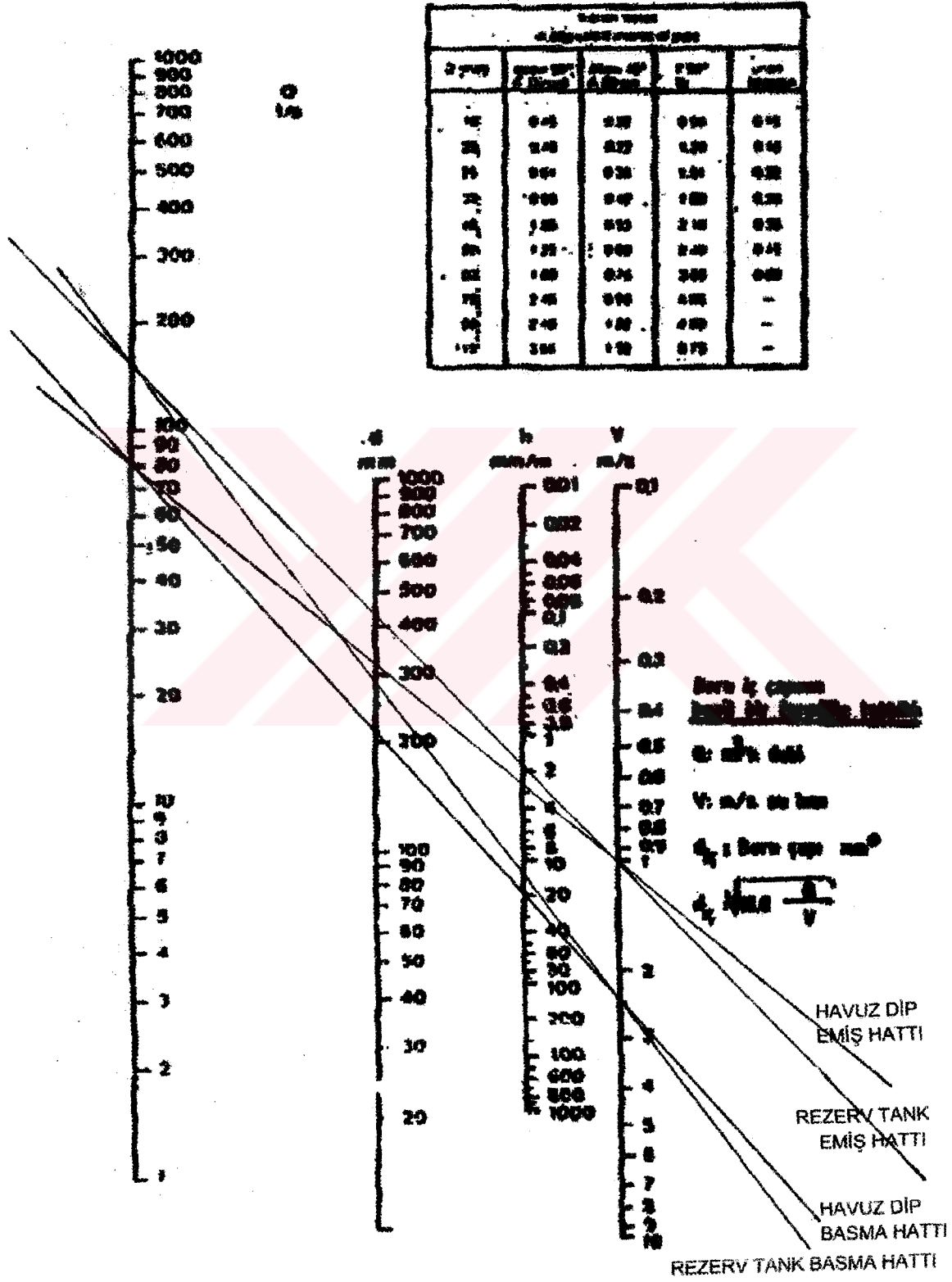
Cl pompası 10 lt/h, 5 kg/cm² 3 adet pompa (biri yedek)

(Havuz Dergisi, 1996)

Çizelge 1.8 Yandan besleme seçim tablosu



Çizelge 1.9 Boru kayıp cetveli

P.V.C. BORU KAYIP CETVELİ

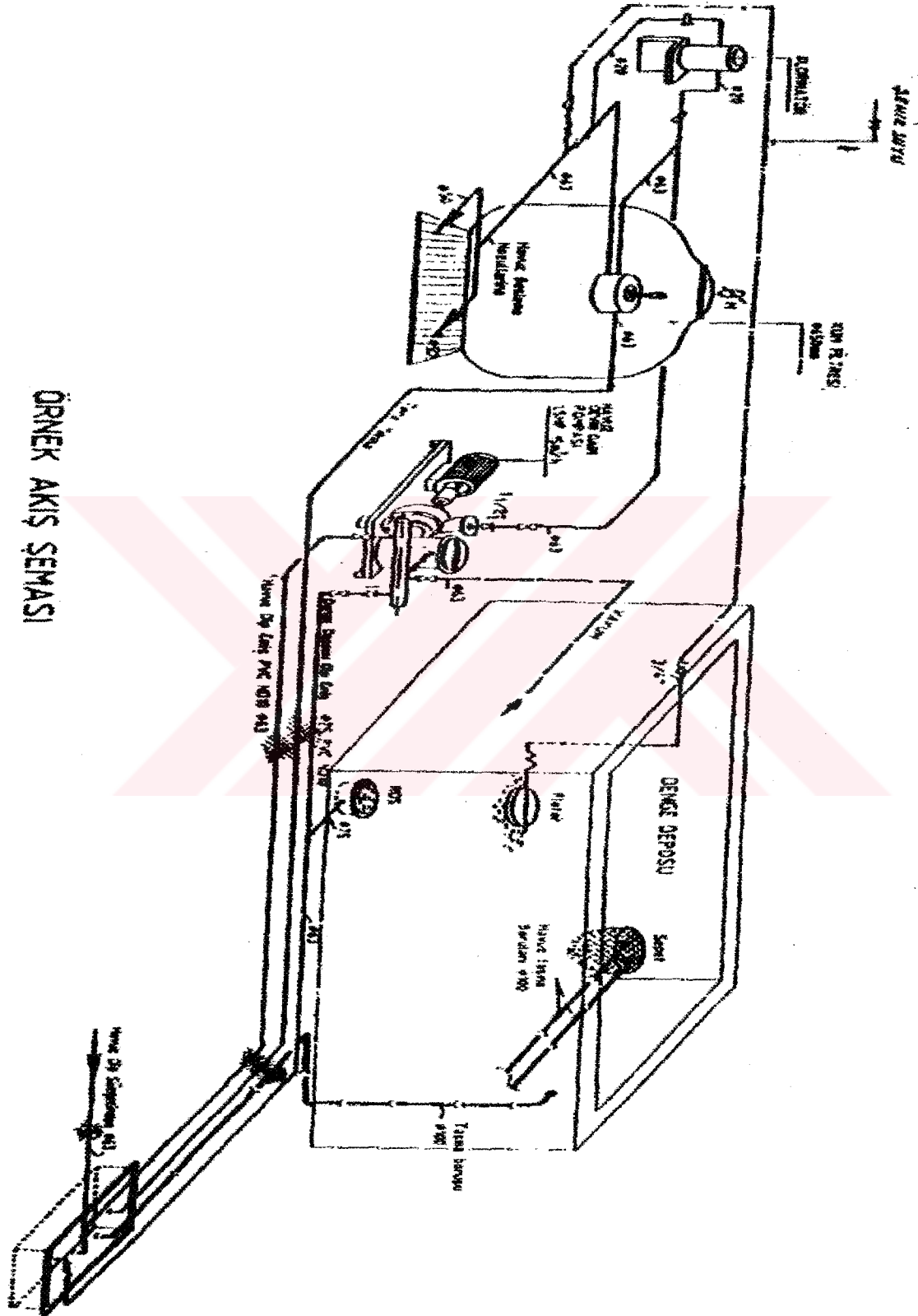
1.12 Yüzme Havuzlarının Yapımında, Tesisat İşini Yapacak Makina Mühendisinin Önemi ve Projeler

Bir yüzme havuzunun yapımı işi; havuzun mimari düzenlemesi ile yerini ve şeklini bulduktan sonra, Makina Mühendisinin teknik değerlendirmesi ve yönlendirmesi ile gerçekleşecektir.

Makina Mühendisi havuzun projelendirilmesinde aşağıdaki hususları üstlenmek durumundadır.

- Havuzun, standart mekanik tesisatı olan doldurma, boşaltma sistemlerinin projelendirilmesi,
- Havuzun, su filitreleme tesisatının seçimi, hesaplanması, yerleştirme planı ve detaylarının hazırlanması,
- Su dezenfeksiyon, toplama, pH kontrolü sistemlerinin seçimi ve projelendirilmesi,
- Can emniyetini sağlayacak ve havuz standartlarının emrettiği her hususu, proje ve hesaplarında dikkate alacaktır.
- Taşma ızgarası ve detayı, merdiven, su altı lambası, trampelen, su akıntısı yapan pompa, kulvar, atlama taşı gibi havuz aksesuarlarını tespit edecek ve havuz planında yerleştirecektir.
- Makina Mühendisi, mimara havuz makine dairesi hakkında gerekli büyüklüğü bildirecek ve denge tankı, galeri, suların toplanıp atılacağı çukurlar için ebat verecektir.
- Makina dairesinin havalandırılmasının temini, bu mahalde oluşacak nemlenmenin elektrik aksamına vereceği zararı önleyecektir.
- Gerek havuz gövdelerinin ve gerekse elektrikle çalışan cihaz ve makinelerin topraklanmasını istemek bile mekanik tesisat projesini üstlenmiş Makina Mühendisine düşen bir görev olacaktır.
- Makina Mühendisi yukarıda sayılan tüm işlere ait plan, kesit, akış şemaları ve montaj detaylarını çizecektir.

Bu çalışmalardan sonra statik ve elektrik mühendisleri de kendilerine düşeni yapacaklardır.



Şekil 1.13 Örnek akış şeması, (Havuz Dergisi, 1995)

1.13 Havuz Devr-i Daim Sisteminde Aranılan Özellikler

- Devr-i daim pompaları sessiz ve tercihen 1400 d/d motorla çalışır olmalıdır. Umumiyetle uygun boru kesitleri ile yapılan tesisatta pompa basıncı 12 – 20 mSS kifayet edecektir.

Kum filtrelerindeki basınç kaybı	: 4 – 6 mSS
Pompa emişi ile havuzun su sathı arasındaki yükseklik	: 2 – 3 mSS
Boru kaybı (abaktan istifade ederek hesaplanacak kayıp)	: 2 – 3 mSS
Lokal kayıplar	: 2 – 3 mSS

Bir havuzda basınç kaybı takriben toplam olarak 11 – 15 mSS olacaktır.
- Ön filtre : Pompayı sert parçalardan koruyan, vakum süpürge ile emildiğinde havuzdan gelen artık parçaları bünyesinde toplayan bir süzgeçtir.

Kapağı kolay ve çabuk açılabilir mekanizmaya sahip olmalıdır.

Keza en üst noktasında bir hava tahliye pürjörü bulunmalıdır.
- Kum filtresinde manometre, otomatik hava tahliye subabı bulunacaktır.

Büyük havuzlarda ve çok pompalı sistemlerde, pompa ön filtresinin çıkış tarafında bir vakummetre bulunmalıdır.

Kirlenerek tıkanmış kum filtresinin her ters yıkama işleminden sonra durulanması için dibinde bir vana bulunmalıdır.

Ters yıkama akış hattı üzerinde su kontrol şişesi bulunmalıdır.
- Havuz besleme nozullarında su çıkış hızı 4 – 6 m/s olmalıdır.
- Büyük havuzlarda sirkülasyon devresine debimetre koymak tavsiye edilir.
- Isıtılan havuzlarda plakalı eşanjör kullanmak elverişlidir.

Plakalar pratik bir şekilde açılarak içerileri kolay temizlenebilir. Havuz sirkülasyon debisinin bir kısmı eşanjörden geçirilebilir.
- Havuzun tüm sirkülasyon boruları hava birikimine mani olacak şekilde meyilli döşenmeli ve korozyondan etkilenen en küçük bir metal bulunmamalıdır.
- Havuz dip kodu seviyesinde, havuz makine dairesine tabii su gideri temin edilmelidir.

Bu imkan yoksa pompa basma kollektörü üzerinde, pompa ile boşaltma hattı düşünülmelidir. Veya pompa ile boşaltma hattı, ters yıkama gideri, pis su pompası basma hattı, bir kollektörde toplanarak makine dairesi dışında bir kanal, dere, tabii giderli rögar v.b. bir yere verilmelidir.

- Rezerv tankın taşma borusu, makine dairesi tavanına yakın bir yerden makine dairesi dışında uygun bir yere akıtılmalıdır. Akıtılmadığı durumlarda ise rezerv tank makine dairesi tavanına kadar inşa edilmeli ve havuz mahallinden bir kapakla irtibat sağlanmalıdır.

(Bölükbaşıoğlu, 1995)



2. YALITIM

2.1 Sıcaklık İzolasyonu

Sıcaklık ve ısı izolasyon malzemeleri düzgün ve doğru biçimde uygulandığında kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon ile olan ısı enerjisi geçişini azaltan veya yavaşlatan materyal veya gruplardır.

Bu malzemeler patikül, lifli, film veya sıvı, blok, açık veya kapalı hücreler veya plakalar halindedirler. Kimyasal ve mekanik olarak sistemlerde kullanılabilirler.

Isı enerjisi geçişini azaltan veya yavaşlatan izolasyon malzemeleri aşağıda belirtilen termal fonksiyonları yerine getirmektedir :

- 1- Borularda, kanallarda, depolarda, cihazlarda ve yapı malzemelerinde ısı kaybını veya ısı kazancını azaltarak enerjinin istenilen seviyede tutulması.
- 2- Cihazların ve yapı elemanlarının yüzey sıcaklıklarını kontrol ederek kişisel korunmayı ve konforu sağlaması.
- 3- Kimyasal proseslerde, cihazlarda ve yapı elemanlarında sıcaklık kontrolünün sağlanması.
- 4- Çiğ noktası sıcaklığına göre, sıcaklık ayarlaması yapılarak yüzeylerdeki buhar kondensasyonun önlenmesi.
- 5- Isıtma veya soğutma prosesleri devam ederken veya bu proseslere belli bir zaman için ihtiyaç duyulmadığında sistemdeki ısıl dalgalanmaların minimuma indirilmesi.
- 6- Kişisel konforun sağlanması yönünden şartlandırılmış mahaldeki sıcaklık farklılıklarının minimuma indirilmesi.
- 7- Yangına karşı korunma sağlanması.

Sıcaklık ve ısı izolasyonu yukarıda belirtilen primer görevlerinin dışında, aşağıda belirtilen sekonder görevleri de yerine getirmektedir. Uygun şartlar altında sıcaklık izolasyonu :

- 1- Duvara, tavana veya tabana yapısal güçlenme sağlar.
- 2- Hava infiltrasyonunu ve su buharı geçişini güçleştirir.
- 3- Cihazı ve yapıları yangın anında oluşacak olan sıcaklık artışından veya donma esnasındaki ani sıcaklık düşmelerinden korur ve bahsedilen etkileri azaltır.

4- Ses yalıtımı sağlar ve titreşimi azaltır.

Ana Malzemeler :

Isı izolasyonu için kullanılan malzemeler ve komponentleri aşığıda belirtildiği gibidir :

- 1- İnorganik, lifli veya cam gibi hücreselelemanlar, taş, kalsiyum silikat, bağlı perlitler, seramik bazlı malzemeler, asbest, yapılan araştırmalara göre asbest kanserojen bir malzeme olduğu için kullanılması gerekli yerlerde, özel güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir.
- 2- Pamuk, hayvan kılı, ahşap, talaş veya sentetik lifler ve ağaç mantarı ; polistren, poliüretan ve polimerleri gibi çeşitli organik malzemeler.
- 3- Metalik ve organik yansıma özelliği olan membranlar. Bu malzemelerin etkin olabilmeleri için, ya hava ile temasta olmaları, gaz ile doldurulmuş olmaları veya vakumlanmış hacimlerde olmaları gerekmektedir.

2.2 Kondenzasyon

Ülkemizde inşa edilen yapılarda su buharı yoğuşması (kondenzasyon) zararlarının ortaya çıkışı ve yoğuşmanın kontrolünün önem kazanması oldukça yenidir. 20. Yüzyılın başlarından itibaren yapım tekniğinde ve planlama anlayışındaki değişiklikler, insan yaşantısının farklılaşması ve endüstri gelişmesi sonucu meydana gelen yeni şartlar yapılarda yoğuşma zararlarını ortaya çıkarmıştır.

Modern inşaat tekniği tatbikatından önce masif duvarlar taşıyıcılığı dolayısıyla çok kalın yapılmakta ve bu kalınlık duvarlara gerekli ısı yalıtımını kazandırmakta ve bu kalınlık duvarlara gerekli ısı yalıtımını kazandırmaktaydı. Eskiden yapılan masif duvarlara genellikle difüzyon direnci küçük taş, tuğla, kireç, sıva gibi malzemeler kullanıldığından su buharının içinden dışarıya duvar olmaksızın su buharı dış havaya karışmaktaydı. Kalın duvarda doyma nemliliklerinin yüksek oluşundan dolayı çok düşük sıcaklıklarda az miktarda yoğuşma olsa bile meydana gelen nem, duvara zarar verecek miktara erişmeden yaz mevsiminde tekrar kurumak imkanına sahip olmaktadır.

İçinde bulunduğumuz yüzyılda modern konstrüksiyon kondüksiyon metodlarının kullanılmaya başlanması, duvarlardan taşıyıcılık görevinin kaldırılması dolayısıyla duvarlar incelmış ve ısı geçirgenlik dirençleri önemli miktarda düşmüştür. Isı geçirgenlik dirençleri düşük duvarlarda buhar difüzyonu sırasında buhar, kolaylıkla yoğuşma sıcaklığının altına inerek su haline gelmekte ve bazı hallerde duvar yüzeyinde yoğuşma olarak 'terleme' dediğimiz olay meydana gelmektedir.

Duvarların ısı geçirgenlik dirençlerinin yükselmesi, dolayısıyla ısı ekonomisinin sağlanması ve duvar yüzünde meydana gelen terlemenin önlenmesi amacı ile duvarlar tabakalı olarak yapılmaya ve ısı yalıtım malzemesi kullanılmaya başlanmıştır.

Tabakalı olarak yapılan ve ısı yalıtımı kullanılan duvarlarda tatbikat yanlış yapıldığı için genellikle duvar yüzeylerinde kaplama, sıva ve boya kabarmaları, çatlama ve küflenmeler gibi kondenzasyon olayları ortaya çıkmaktadır.

Yapı dış duvarlarında, yapıyı dış tesirlerden korumak amacıyla yapılan mozaik, seramik cam, metal levha gibi buhar geçirmeyen malzeme kaplamaları, ısı geçirgenlik direnci az, buhar difüzyon direnci yüksek olduğu için içerden dışarıya akan su buharının duvar içinde yoğuşmasına sebep olmakta ve kaplamalarda çatlama, patlamalar, renk değişimi gibi arızalar ortaya çıkmaktadır.

Eski yapılarda pencere ebatları küçük olmasına rağmen aralıklarının fazla olması nedeniyle hava filtrasyonu çok olduğu için yapı içindeki aşırı nemliliğin kontrol altına alınması mümkünken ; yeni yapılarda pencere aralıklarının çok az olması nedeniyle rölatif nemliliğin infiltrasyon ile azalma ihtimali çok azdır. Yapı içinde rölatif nemlilik fazlalığı ise yoğuşma olanağını arttırmaktadır.

Eski yapılarda, çatı kaplamaları olarak genellikle kiremit gibi buhar geçiren ve hava ventilasyonuna imkan veren malzemeler kullanılmakta iken yapı tekniğinin özelliklerinden ve mimari zorlamalardan dolayı bugün pek çok yapıda düz çatı (teras) yapılmaktadır. Düz çatılarda ve teraslarda su yalıtım malzemesi olarak kullanılan plastik veya bitümlü malzemeler yanlış uygulamaları sonucu su yalıtım tabakasının altında kışın yoğuşan buhar,

kışın donarak, yazın buharlaşarak çatıların kısa zamanda harap olmalarına, yalıtım tabakalarının bozulmalarına sebep olmaktadır.

Eski yapılarda kat yükseklikleri ve mahal boyutları bugünkünden çok fazladır. Büyük hacimli yapılar içinde yaşayan insan başına düşen hava miktarı büyük olduğundan rölatif nemlilik daha düşük olmaktadır. Ekonomik zorluklar sebebi ile kat yüksekliklerinin ve oda hacimlerinin azaltılması sonucu yeni binalarda hava rutubeti yükselmekte ve yoğuşma tehlikesi artmaktadır.

Yine eski yapılarda genellikle her odada ocak, şömine, baca gibi nemli ve ısınan havayı dışarı atacak imkanlar mevcutken bugün merkezi ısıtma sistemlerinin gelişmesi sonucu odaların havalanması yeterli olamamakta ve hava nemliliğinin yüksek kalmasına yol açmaktadır.

Zamanımızda eskiye oranla belirli hacimlerde daha çok insan yaşamakta ve bu insanların yemek pişirme, çamaşır yıkama gibi ihtiyaçları aynı yapıda ve küçük hacimlerde giderilmektedir. Bu da o yapı içinde rölatif nemin artmasına sebep olmaktadır.

İlerleyen teknik sayesinde eskiden yüksek rutubet şartlarında faaliyet gösteren deri, tekstil, seramik ve benzeri sanayii teşekküllerinin meydana çıkması sonucu bu yapılarda hatalı konstrüksiyonlar neticesi önemli kondenzasyon zararları ortaya çıkmaktadır.

Yapı elemanlarında fiziksel bozukluklara ve çirkin görünümlere sebep olan su buharı yoğuşması (kondenzasyon) zararlarının, yakın zamana kadar malzeme ve yapım hatasından meydana geldiği zannedilmekteydi. Su buharı yoğuşmasını meydana getiren difüzyon olayının Amerika'da ve Avrupa'da araştırılması çok yeni sayılmaktadır.

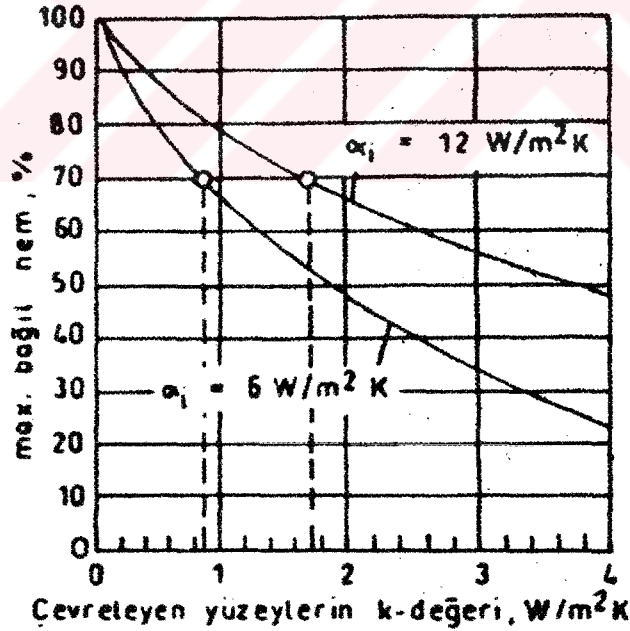
Bugün kondenzasyon kontrolünün önemi anlaşılmıştır. Yeterli ve uygun tedbirler alınmadığı takdirde meydana gelecek zararlar bilinmektedir.

Ekonomi ve konfor gereği olarak yapı elemanlarında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri, bünyelerinde su veya nem bulundurmadıkları sürece hesaplama esnasında kabul edilen özelliklerini koruyabilirler. Su veya nem bilindiği gibi oldukça iyi ısı geçirgenliği olan bir

madde olup yalıtım malzemeleri içindeki kılcal hava kanalları veya gözenekleri doldurdukları takdirde bu yalıtım malzemesinin ısı geçirme direncini büyük ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca su veya nemin ısı yalıtım malzemesi içinde kışın donması veya yazın buharlaşması da bu malzemenin özelliğini kaybetmesine sebep olmaktadır.

Kondenzasyon kontrolü için teorik ve pratik bir çok metot bulunmaktadır. Şüphesiz ki methotların hepsinden tam neticeyi almak mümkün değildir. Yapının projelendirme ve imalat safhasında kondenzasyon kontrolünün yapılması ve bulunacak değerlere göre uygun konstrüksiyon seçimi gereklidir. Kışın kondenzasyonun önlenmesi için, havanın nem oranına bağlı olarak, yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları, belirli değerlerin altına düşmemelidir. (Şekil 2.1)

Cam izolasyonu ve cama sıcak hava üflenmesi bu probleme kesin çözümdür. Dış duvarlarda ve havayla temasta olan tavanlarda buhar geçmeyecek şekilde nem izolasyonu yapılmalıdır. Böylece buharın duvar içine girmesi, dolayısıyla rutubet probleminin oluşması önlenmiş olur. Duvarların dış taraflarında ısı izolasyonu yapılmalıdır.



Şekil 2.1 Kondenzasyonun Önlenmesi İçin Max. Bağıl Nem Değeri

(Isısan Klima – Havalandırma Tesisatı, 1999)

Salon Sıcaklığı 26.....28 °C

Dış Hava Sıcaklığı 12.....(-15) °C

2.3 Bina Yapısı

Yapının zamanla yıpranmaması, kullanım konforu ve yapılacak olan klima tesisatının başarılı ve ucuz bir şekilde çalışabilmesi için; inşaat avan projesi aşamasından itibaren gözönünde tutulması gereken noktalar şunlardır:

2.3.1 Binanın Konumu

Bina arsa üzerinde konumlandırılırken, havuzun uzun kenarına paralel olan bina dış duvarının güney yönüne bakması sağlanmalıdır. Bu cephede büyük yüzeyli (çift camlı) pencereler oluşturulur ve havanın açık olduğu, güneş ışınlarının hayli eğik geldiği kış günlerinde iç kısmın rahatça güneşlenmesi sağlanmış olur. Böylece içerideki soyunuk insanlar üzerinde 'sıcak iklim' etkisi yaratılır, ayrıca az da olsa güneş enerjisinden faydalanılır. Yaz mevsiminde güneş açısı dik olduğu için, bu uygulama bir sıkıntı yaratmamaktadır. Böylece şayet havuz holünde seyirci tirübünü varsa, bu bölümde zorunlu olarak karşı cephedeki kuzey yönüne yerleştirilmektedir. Holdeki seyirciler doğal olarak holün sıcak ve nemli havasından sıkılacakları için, kuzey cephesine yerleştirilmiş bir bölümde bulunmaktan memnun olacaklardır.

2.3.2 Dış Yapı Elemanları

Bina dış yüzeyleri gerekli ısı yalıtım değerleri sağlanacak şekilde izole edilmelidir. Bu konu, kış mevsimindeki enerji sarfından önce binanın sağlığını ilgilendirmektedir. Yapı elemanlarının ısı iletim katsayıları (K), aşağıda açıklanan kriterlere göre kontrol edilmelidir.

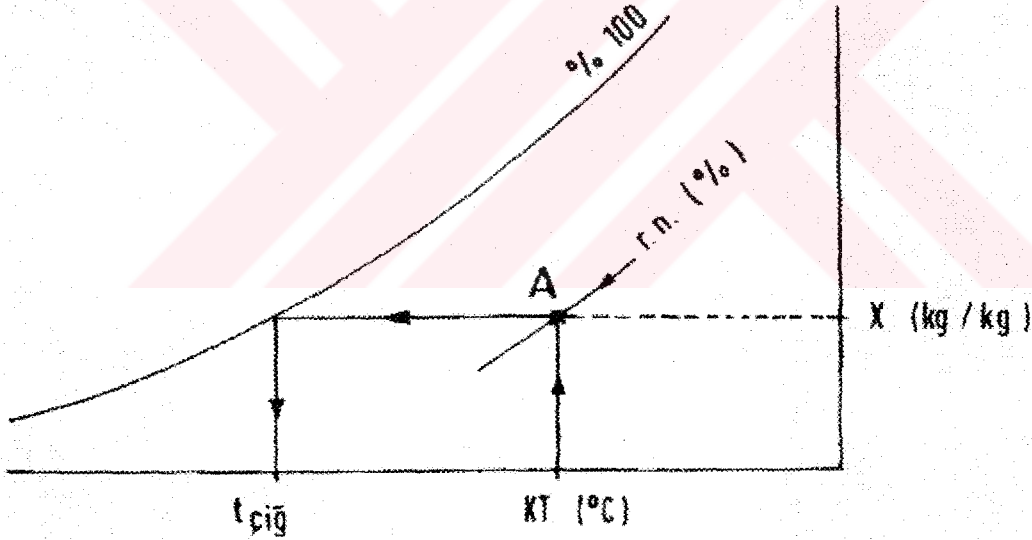
Önce, havuz holü iç hava şartlarına göre 'çiğ noktası' bulunur. Bilindiği gibi nemli hava soğutulurken belli bir sıcaklığa düşünce yoğuşmaya başlar. Bu sıcaklık derecesine 'çiğ noktası' denilmektedir ve psikrometrik karttan; başlangıçtaki mutlak nem değeri değiştirilmeden sol tarafa doğru çizilecek doğrunun doyma eğrisini kestiği noktadaki değer olarak bulunmaktadır (Şekil 2.2) . Yapı elemanının iç yüzey sıcaklığı, tesbit edilen çiğ noktası değerinden daha sıcak olmalıdır, aksi halde iç yüzeylerde terlemeler olacak, bu

olay sıva-fayans dökülmeleri ile başlayan bir dizi tahribata yol açacak ve yüzeylerde mantar üremesi görülebilecektir. Yeterli izolasyonun sağlanmasından sonra ayrıca izole malzemesinin sıcak yüzüne ‘buhar kesici’ tabaka uygulanmalıdır, aksi halde difüzyon yolu ile izole tabakasını geçen su buharı, daha ileride bulunan ve daha soğuk olan yapı malzemeleri ile karşılaştığında (bunların sıcaklıklarının çığ noktası sıcaklığından çok daha düşük olacağı kesindir) yoğuşma olayı olacak ve yoğuşan buharın yarattığı su, hol havasının yüksek basıncının etkisiyle dışarıya doğru çıkarak bina dış yüzeylerine kadar ulaşacaktır.

Özetlemek gerekirse;

- İyi izole edilmemiş bina dış yüzeyleri, iç ve dış kısımlardan,
- İzole edilmiş fakat buhar kesici tabaka yapılmamış bina dış yüzeyleri ise dış kısımlardan,

aşırı ıslaklık problemiyle karşılaşacaktır.



Şekil 2.2 ‘A’ şartlarındaki havanın çığ noktası sıcaklığının bulunması

Dış yapı elemanının içten dışa doğru sıcaklık değişimleri şu şekilde hesaplanabilir:

Önce malzeme cins ve kalınlıklarına göre ısı iletim katsayısı (K) hesaplanır:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_d} \right)} \quad (2.1)$$

K : Isı iletim katsayısı (kcal/h.m².°C)

α_i : İç yüzey film katsayısı (kcal/h.m².°C)

α_d : Dış yüzey film katsayısı (kcal/h.m².°C)

λ : Malzeme ısı iletim sayısı (kcal/h.m.°C)

Daha sonra, 1 m² yapı malzemesi için ısı kaybı (Q) bulunur :

$$Q = K \cdot F \cdot (t_i - t_d) \quad (2.2)$$

Q : Toplam ısı kaybı (kcal/h)

K : Isı iletim katsayısı (kcal/h.m².°C)

T_i = İç sıcaklık (°C)

T_d = Dış sıcaklık (°C)

İçten dışa doğru, sırayla tüm malzemelerin başlangıç noktalarındaki yüzey sıcaklıkları hesaplanır. Burada film katsayıları da malzeme gibi ele alınır:

1- Birinci malzeme iç yüzey sıcaklığı (film tabakasının arkası):

$$T_1 = T_i - (Q / F) \cdot (1 / \alpha_i) \quad (2.3)$$

2- İkinci malzeme iç yüzey sıcaklığı (Birinci malzemenin arkası):

$$T_2 = T_1 - (Q / F) \cdot (d_1 / \lambda_1) \quad (2.4)$$

bu formülün indisleri değiştirilerek, tüm malzemelerin yüzey sıcaklıkları ve ayrıca malzemenin herhangi bir noktasındaki sıcaklık hesaplanabilir. F = 1 m² alınarak, formül sadeleştirilebilir.

2.4 Örnek 1

İç hava şartları 30 °C KT ve % 80 nem, dış hava sıcaklığı ise -10 °C olan bir havuz holünün dış duvarlarının izolasyon yeterliliğinin araştırılması. (Proje şartlarındaki nem oranı aslında daha düşüktür; burada, aşırı yük veya tesisattaki bir arıza sonucu içerideki nemin yükselmiş olduğu kabul edilmiştir.)

Dış duvarı, normal ve izolasyonlu olarak iki farklı yapıda ele alalım:

a- Normal Duvar

$$\alpha_i = 7 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$$

İç sıva : d₁ = 0,02 m , λ₁ = 0,60 kcal/h.m.°C

Delikli tuğla : d₂ = 0,20 m , λ₂ = 0,50 kcal/h.m.°C

Dış sıva : $d_3 = 0,03 \text{ m}$, $\lambda_3 = 0,75 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$

$\alpha_d = 20 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,60} + \frac{0,20}{0,50} + \frac{0,03}{0,75} + \frac{1}{20}\right)} = 1,5 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C} \quad (2.1'\text{den})$$

Birim yüzeyin ısı kaybı (2.2'den),

$$Q = 1,5 \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot [30 - (-10)] = 60 \text{ kcal/h olarak bulunur.}$$

Duvar iç yüzey sıcaklığı (2.3'den)

$$t_1 = 30 - (60/1) \cdot (1/7) = 21,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Duvar yüzeyi ($21,4 \text{ }^\circ\text{C}$), havanın çığ noktası sıcaklığından ($26,1 \text{ }^\circ\text{C}$) daha soğuk olduğu için, duvar iç yüzeylerinde yoğuşma görülecektir, şu halde duvarın ısı izolasyonu yetersizdir.

b- İzolasyonlu Duvar

$\alpha_i = 7 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$

İç sıva : $d_1 = 0,02 \text{ m}$, $\lambda_1 = 0,60 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$

Delikli tuğla : $d_2 = 0,10 \text{ m}$, $\lambda_2 = 0,50 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$

İzolasyon : $d_3 = 0,10 \text{ m}$, $\lambda_3 = 0,035 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$

Dış sıva : $d_4 = 0,03 \text{ m}$, $\lambda_4 = 0,75 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$

$\alpha_d = 20 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$

(2.1) nolu eşitlikten,

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,60} + \frac{0,10}{0,50} + \frac{0,10}{0,035} + \frac{0,20}{0,50} + \frac{0,03}{0,75} + \frac{1}{20}\right)} = 0,27 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$$

Birim yüzeyin ısı kaybı (2.2'den),

$$Q = 0,27 \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot [30 - (-10)] = 10,8 \text{ kcal/h olarak bulunur.}$$

Duvar iç yüzey sıcaklığı (2.3'den)

$$T_1 = 30 - (10,8/1) . (1/7) = 28,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Duvar yüzeyi (28,5 °C), havanın çığ noktası sıcaklığından (26,1 °C) daha sıcak olduğu için, duvar iç yüzeylerinde yoğuşma (terleme) olmayacaktır; duvarın ısı izolasyonu uygundur. Duvarın içindeki sıcaklık dağılımını incelersek :

10 cm tuğla duvar iç yüzeyi (= iç sıva altı) sıcaklığı (2.4'den),

$$T_2 = 28,5 - (10,8/1) . (0,02/0,60) = 28,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Aynı formül ile diğer malzemelerin sıcaklıkları;

izolasyon iç yüzeyi $T_3 = 25,9 \text{ } ^\circ\text{C}$

20 cm tuğla duvar iç yüzeyi $T_4 = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$

dış sıva iç yüzeyi $T_5 = -9,3 \text{ } ^\circ\text{C}$

dış sıva dış yüzeyi $T_6 = -9,8 \text{ } ^\circ\text{C}$

olarak bulunur. Dış hava sıcaklığı, -10 °C idi. Hesaplanan değerler Şekil 2.3 deki duvar kesitine grafik olarak ilave edilmiştir.

Ele alınan örnekte, yoğuşmanın başladığı sıcaklık $T_{\text{çığ}} = 26,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ olduğuna göre, yoğuşmanın meydana geleceği yüzeyi, diğer bir ifade ile sözkonusu sıcaklığın erişildiği yüzeyi, şu formül ile bulabiliriz:

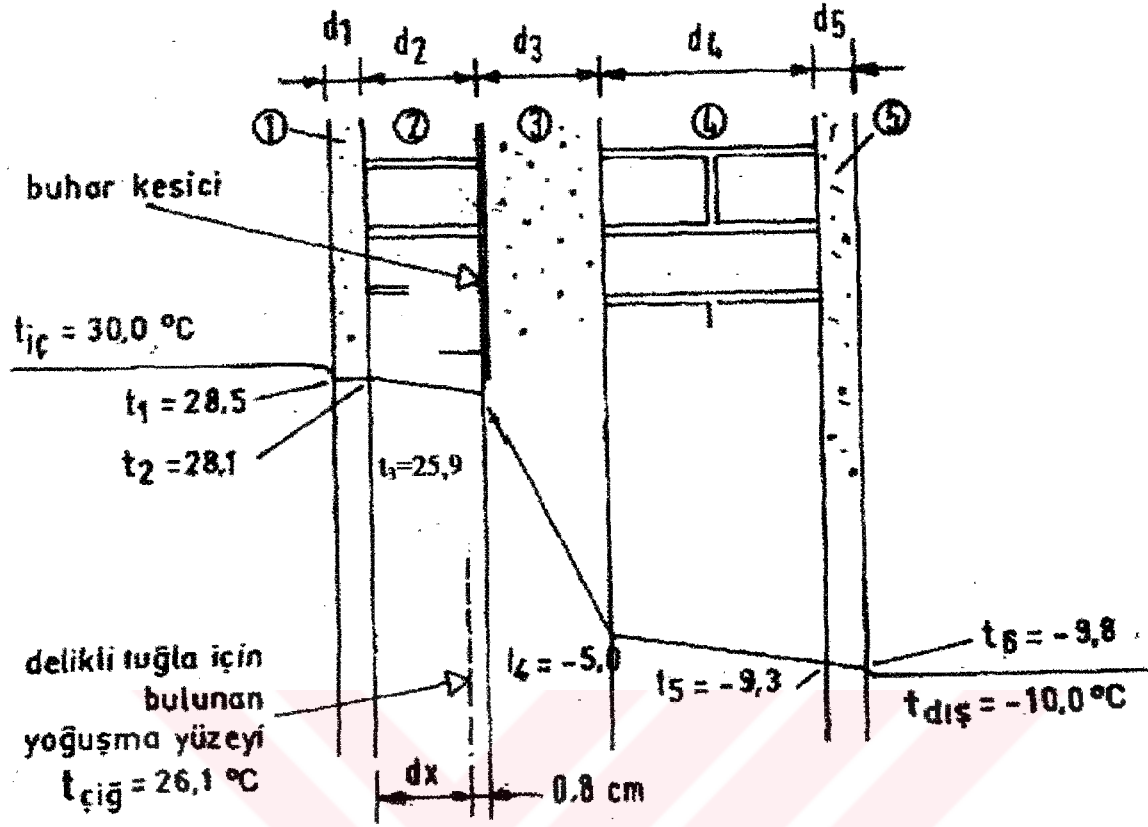
$$dx = (T_x - T_{\text{çığ}}) . (\lambda_x . F/Q) \quad (2.5)$$

Şekil 2.3 deki sıcaklık dağılımı içten dışa doğru incelendiğinde; gittikçe soğuyan yapı yüzeyinin içerisinde, $T_{\text{çığ}} = 26,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ sıcaklığının (T_2) ve (T_3) sıcaklıkları arasında kaldığını görüyoruz. Şu halde aranılan yüzey 10 cm'lik duvarın içinde olacaktır.

Yukarıdaki formül ile (2.5'den);

$$d_2' = (28,1 - 26,1) . (0,50 . 1/10,8) = 0,092 \text{ m.}$$

Sonuç : yoğuşma yüzeyi 10 cm'lik delikli tuğla duvarın içinde ve kendi iç yüzeyine 9,2 cm (izolasyona ise 0,8 cm) mesafede bulunmaktadır. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 İzolasyonlu dış duvarın içinde sıcaklık dağılımları

Bu haliyle 10 cm'lik delikli tuğla duvarın izolasyon dolgusuna çok yakın (0,8 cm) bir bölgesinde yoğuşma meydana gelecek ve oluşan su, iç basıncın etkisiyle izolasyon tabakasına kadar sürüklenerek tuğlaların bir bölümünü ıslatacaktır. Sakıncalı olan bu olayı önlemek için, yoğuşma noktasını izolasyon dolgusunun iç kısımlarına kaydırmak gerekir. Bunu sağlamak için kalınlığı kalınlığı 9,2 cm'den daha ince olan delikli tuğla veya aynı kalınlıkta fakat ısı yalıtımı daha kötü olan dolu tuğla kullanmak gerekir. Bunu sağlamak için kalınlığı 9,2 cm'den daha ince olan delikli tuğla veya aynı kalınlıkta fakat ısı yalıtımı daha kötü olan dolu tuğla kullanmak gerekir.

Yukarıdaki formüllerle yapılan hesap sonucunda, duvarın iç kısmında 10 cm 'delikli' yerine aynı kalınlıkta 'dolu' tuğla ($\lambda = 0,70 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$) kullanıldığında, izolasyon iç yüzey sıcaklığının (T_3) 25,9 °C' den 26,6 °C' ye yükseldiği ve dolayısıyla yoğuşma noktasının izolasyon dolgusu içine kaydığı görülmüştür. İzolasyon dolgusunun sıcak

yüzeylerine 'buhar kesici' tabaka kaplanacağı için, su buharı, daha arkada kalan soğuk bölgeye ulaşamayacaktır.

Küçük havuz hollerinin çatılarında, suya karşı kaplamalarla korunmuş ve ısı izolasyonu yapılmış ahşap malzeme iyi çözüm getirmektedir. Büyük havuzların çatılarında özel boya ile boyanmış çelik konstrüksiyon üzerine 100 mm poliüretan izoleli sandviç sistem prefabrik alüminyum kaplama malzemeleri uygulanmaktadır. Çatı malzemesinin betonarme olması halinde, duvar için yapılan yoğunlaşma incelemesi aynen uygulanmaktadır. Pencere için ideal yapı, iç kısmı paslanmaz malzemelerden oluşmuş PVC kaplamalı kasa ve çift cam (çok soğuk bölgelerde çift kasa + çift cam) konstrüksiyonudur. Kapalı havuzlarda pencereler sabit (açılmaz) olarak yapılmalıdır, aksi halde işletmede yanlış kullanımlar ve istenmeyen sonuçlar görülmektedir.

VDI (Verein Deutscher Ingenieure), 2089 sayılı kapalı havuzlarla ilgili normunda, Almanya iklimi için, aşağıdaki ısı iletim katsayılarını 'maksimum değer' olarak tavsiye etmektedir.

Duvarlar	$K = 0,60 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$
Çatı	$K = 0,40 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$
Pencere, kapı	$K = 3,00 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$

İşbilen, İ. (1999)

2.5 Örnek 2

İstanbul da bulunan olimpik yüzme havuzu binasının duvarlarında kullanılacak izolasyon malzemesinin seçimi ve yerinin tayini.

Kapalı olimpik yüzme havuzu binasına ait gerekli veriler : $T_{iç} = 30 \text{ °C}$ $\phi_{iç} = \% 70$

İstanbul iline ait gerekli veriler :

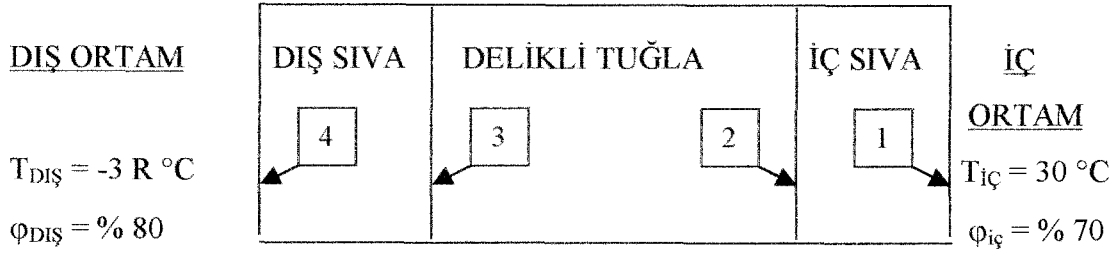
$T_{DİŞ} = -3 \text{ R °C}$ $\phi_{DİŞ} = \% 80$ (Kış)

$T_{DİŞ} = 33 \text{ °C}$ $\phi_{DİŞ} = \% 48$ (Yaz)

Bu değerler Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları (TMMOB) ve Yaz Kliması İçin Yardımcı Tablo ve Grafikler (Dr. Turhan YÜCEL) adlı kaynaklardan alınmıştır. Dizayn şartları İstanbul olarak alınmıştır. Duvar kalınlıkları ise Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 1985 yılı itibarı ile 2. Bölge için verdiği değerlere göre düzenlenmiştir.

Çizelge 2.1 Örnek 2'de bulunan sonuçların özeti				
İZOLASYON MALZEMESİ YOK İKEN				
İÇ SIVA - DELIKLI TUGLA - DIŞ SIVA - (YOGUŞMA VAR)				
L (mm)	T (C)	Pws (mmSS	Pw (mmSS)	
0	24,6973	311,92	297,3932	
20	23,7074	293,93	277,0552	
310	0,2133	59,95	100,1146	
340	-1,1412	55,99	39,1006	
İSTANBUL ILI KIŞ ŞARTI - Ktoplam = 1,1248 kcal/m ² hC				
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (İÇ TARAFTA)				
İÇ SIVA-PVC KOPUK-DELIKLI TUGLA -KIREÇ SIVA-(YOGUŞMA VAR)				
L (mm)	T (C)	Pws (mmSS	Pw (mmSS)	
0	27,186	361,44	297,6727	
20	26,6607	350,45	291,3117	
50	9,7769	121	108,1149	
340	-2,9171	49,05	52,7742	
370	-3,7619	46,03	39,0344	
İSTANBUL ILI KIŞ ŞARTI - Ktoplam=0,5669 kcal/m ² hC				
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (DIŞ TARAFTA)-(YOGUŞMA VAR)				
İÇ SIVA - DELIKLI TUGLA - PVC KOPUK - KIREÇ SIVA				
L (mm)	T (C)	Pws (mmSS	Pw (mmSS)	
0	27,186	361,44	297,6727	
20	26,6607	350,45	291,3117	
310	13,9666	159,7	235,971	
340	-2,9171	49,05	52,7742	
370	-3,7613	46,03	34,4	
İSTANBUL ILI KIŞ ŞARTI - Ktoplam=0,5669 kcal/m ² hC				
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (İÇ TARAFTA)-(YOGUŞMA YOK)				
İÇ SIVA - PVC KOPUK - D.TUGLA - HAFIF ALÇI SIVA				
L (mm)	T (C)	Pws (mmSS	Pw (mmSS)	
0	27,3755	365,47	297,3111	
20	26,8856	355,12	272,8711	
50	11,1389	132,56	-431,0009	
340	-0,7002	57,84	-643,6289	
370	-2,078	52,23	-657,7063	
İSTANBUL ILI KIŞ ŞARTI - Ktoplam=0,5567 kcal/m ² hC				
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN(DIŞ TARAFTA)-(YOGUŞMA YOK)				
İÇ SIVA - PVC KOPUK - D. TUGLA - HAFIF ALÇI SIVA				
L (mm)	T (C)	Pws (mmSS	Pw (mmSS)	
0	30,2386	431,37	297,6948	
20	30,2832	432,48	292,4384	
50	31,7148	469,21	141,056	
340	32,7911	498,57	95,3259	
370	32,9164	502,09	92,3259	
İSTANBUL ILI YAZ ŞARTI - Ktoplam=0,5567 kcal/m ² hC				

a) İzolasyon Malzemesi Yok İken Kış Şartına Göre



$$\alpha_{DIŞ} = 20 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{İÇ} = 7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{DIŞ \text{ SIVA}} = 1,20 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{D.T.} = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{İÇ \text{ SIVA}} = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L_{D.S.} = 0,03 \text{ m.}$$

$$L_{D.T.} = 0,29 \text{ m.}$$

$$L_{İ.S.} = 0,02 \text{ m.}$$

$$\mu_{DIŞ \text{ SIVA}} = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{m,dış} = 0,0063 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$\mu_{D.T.} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$\mu_{İÇ \text{ SIVA}} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{m,iç} = 0,0015 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$q = K_T \cdot (T_{İÇ} - T_{DIŞ}) \quad (2.6)$$

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{\alpha_{İÇ}} + \frac{L_{İ.S.}}{\lambda_{İ.S.}} + \frac{L_{D.T.}}{\lambda_{D.T.}} + \frac{L_{D.S.}}{\lambda_{D.S.}} + \frac{1}{\alpha_{DIŞ}} \quad (2.7)$$

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,29}{0,45} + \frac{0,03}{1,2} + \frac{1}{20} \quad \Rightarrow \quad K_T = 1,1248 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$q = 1,1248 \cdot (30 - (-3)) = 37,1184 \text{ kcal/m}^2\text{h} \text{ (2.6'dan)}$$

$$q = \alpha_{İÇ} \cdot (T_{İÇ} - T_1) \quad \Rightarrow \quad 37,1184 = 7 \cdot (30 - T_1) \quad \Rightarrow \quad T_1 = 24,6973 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.8)$$

$$q = \frac{\lambda_{İ.S.}}{L_{İ.S.}} \cdot (T_1 - T_2) \quad \Rightarrow \quad 37,1184 = \frac{0,75}{0,02} \cdot (24,6973 - T_2) \quad \Rightarrow \quad T_2 = 23,7074 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.9)$$

$$q = \frac{\lambda_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (T_2 - T_3) \quad \Rightarrow \quad 37,1184 = \frac{0,45}{0,29} \cdot (23,7074 - T_3) \quad \Rightarrow \quad T_3 = -0,2133 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.10), (2.11)$$

$$q = \frac{\lambda_{D.S.}}{L_{D.S.}} \cdot (T_3 - T_4) \quad \Rightarrow \quad 37,1184 = \frac{1,2}{0,03} \cdot (-0,2133 - T_4) \quad \Rightarrow \quad T_4 = -1,1412 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	<u>T (°C)</u>		<u>W_s (kg/kgkh)</u>		<u>P_{w,s} (mmSS)</u>
1	→ 24,6973	→	0,019753	→	311,92
2	→ 23,7074	→	0,017744	→	293,93
3	→ -0,2133	→	0,003775	→	59,95
4	→ -1,1412	→	0,003508	→	55,99

$$T_{iç} = 30 \text{ °C} \quad \varphi_{iç} = \% 70 \quad \rightarrow W_s = 0,000183 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{iç} = 297,8 \text{ mmSS}$$

$$T_{Diş} = -3 \text{ R °C} \quad \varphi_{Diş} = \% 80 \quad \rightarrow W_s = 0,000024 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{Diş} = 39 \text{ mmSS}$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{h_{m,iç}} + \frac{L_{I.S.}}{\mu_{I.S.}} + \frac{L_{D.T.}}{\mu_{D.T.}} + \frac{L_{D.S.}}{\mu_{D.S.}} + \frac{1}{h_{m,dış}} \quad (2.12)$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{0,0015} + \frac{0,02}{0,6 \times 10^{-6}} + \frac{0,29}{1 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{0,3 \times 10^{-6}} + \frac{1}{0,0063}$$

$$B_T = 2,3576 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \text{hmmSS}$$

$$W = B_T \cdot (P_{iç} - P_{Diş}) \rightarrow W = 2,3576 \cdot 10^{-6} \cdot (297,8 - 39) = 6,1014 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^2 \text{h} \quad (2.13)$$

$$W = h_{m,iç} \cdot (P_{iç} - P_1) \rightarrow 6,1014 \cdot 10^{-4} = 0,0015 \cdot (297,8 - P_1) \rightarrow P_{w,1} = 297,3932 \text{ mmSS} \quad (2.14)$$

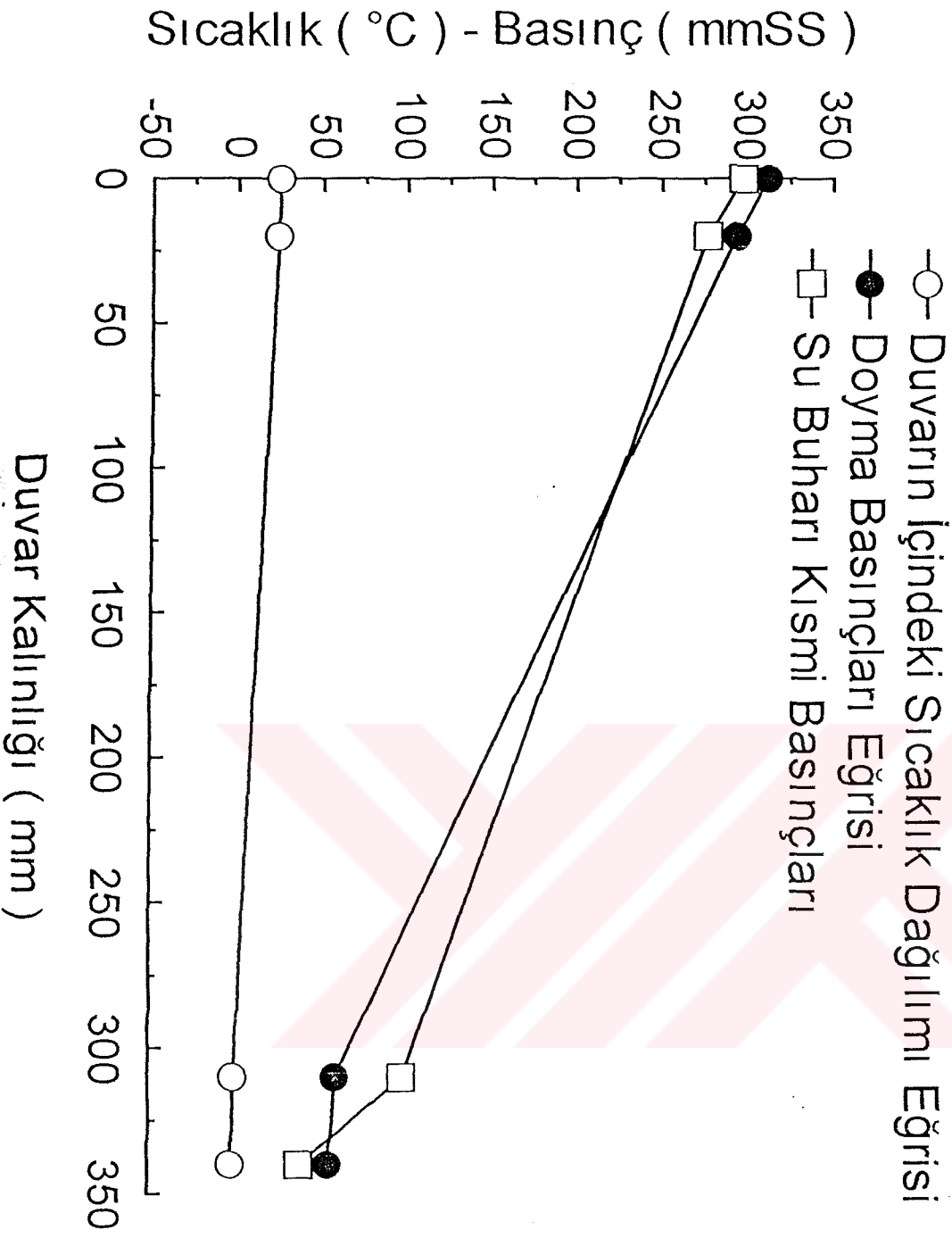
$$W = \frac{\mu_{I.S.}}{L_{I.S.}} \cdot (P_1 - P_2) \rightarrow 6,1014 \cdot 10^{-4} = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{0,02} \cdot (297,3932 - P_2) \rightarrow P_{w,2} = 277,0552 \text{ mmSS} \quad (2.15)$$

$$W = \frac{\mu_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (P_2 - P_3) \rightarrow 6,1014 \cdot 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,29} \cdot (277,0552 - P_3) \rightarrow P_{w,3} = 100,1146 \text{ mmSS} \quad (2.16)$$

$$W = \frac{\mu_{D.S.}}{L_{D.S.}} \cdot (P_3 - P_4) \rightarrow 6,1014 \cdot 10^{-4} = \frac{0,3 \times 10^{-6}}{0,03} \cdot (100,1146 - P_4) \rightarrow P_{w,4} = 39,1006 \text{ mmSS} \quad (2.17)$$

Borhan, B. (1989)

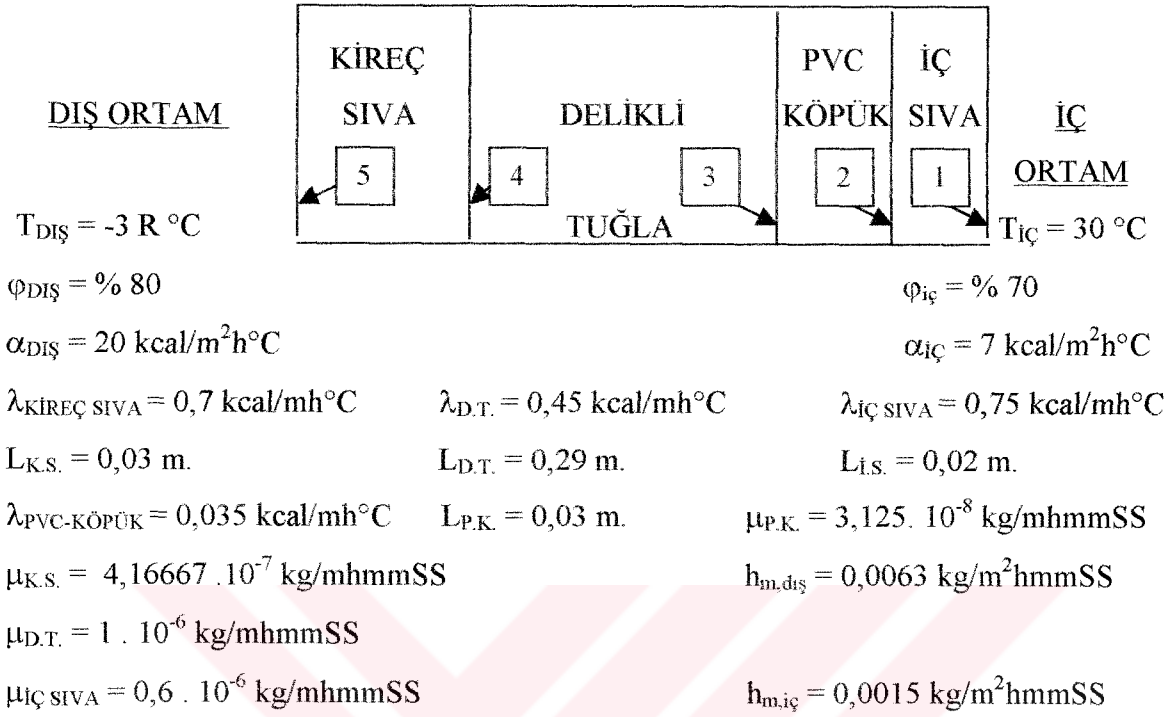
İZOLASYON MALZEMESİ YOK İKEN İSTANBUL İLİ KIŞ ŞARTINA GÖRE



Şekil 2.4 $K_{top} = 1,1248 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı

NOT : Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere duvar sıcaklıklarındaki havadaki su buharının kısmi basınçları ve doyma basınçları eğrileri 100 mm duvar kalınlığında kesişmiştir. Bu noktadan itibaren duvar kalınlığı arttıkça yoğuşma başlayacaktır.

b) İzolasyon Malzemesi Var İken (İç Tarafıta) Kış Şartına Göre



$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{\alpha_{İÇ}} + \frac{L_{İ.S.}}{\lambda_{İ.S.}} + \frac{L_{PVC.K.}}{\lambda_{PVC.K.}} + \frac{L_{D.T.}}{\lambda_{D.T.}} + \frac{L_{K.S.}}{\lambda_{K.S.}} + \frac{1}{\alpha_{DIŞ}} \quad (2.18)$$

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,29}{0,45} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{1}{20} \Rightarrow K_T = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(2.6) nolu eşitlikten,

$$q = 0,5669 \cdot (30 + 3) = 19,6977 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$(2.8) \text{ nolu eşitlikten } 19,6977 = 7 \cdot (30 - T_1) \Rightarrow T_1 = 27,186 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(2.9) \text{ nolu eşitlikten } 19,6977 = \frac{0,75}{0,02} \cdot (27,186 - T_2) \Rightarrow T_2 = 26,6607 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{\lambda_{PVC.K.}}{L_{PVC.K.}} \cdot (T_2 - T_3) \Rightarrow 19,6977 = \frac{0,035}{0,03} \cdot (26,6607 - T_3) \Rightarrow T_3 = 9,7769 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.19)$$

$$q = \frac{\lambda_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (T_3 - T_4) \Rightarrow 19,6977 = \frac{0,45}{0,29} \cdot (9,7769 - T_4) \Rightarrow T_4 = -2,9171 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.20)$$

$$q = \frac{\lambda_{K.S.}}{L_{K.S.}} \cdot (T_4 - T_5) \Rightarrow 19,6977 = \frac{0,7}{0,03} \cdot (-2,9171 - T_5) \Rightarrow T_5 = -3,7619 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.21)$$

	<u>T (°C)</u>	<u>W_s (kg/kgkh)</u>	<u>P_{w,s} (mmSS)</u>
1 →	27,186	→ 0,023004	→ 361,44
2 →	26,6607	→ 0,02228	→ 350,45
3 →	9,7769	→ 0,007516	→ 121
4 →	-2,9171	→ 0,003025	→ 49,05
5 →	-3,7619	→ 0,002838	→ 46,03

$$T_{iç} = 30 \text{ °C} \quad \varphi_{iç} = \% 70 \quad \rightarrow W_s = 0,000183 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{iç} = 297,8 \text{ mmSS}$$

$$T_{DIŞ} = -3 \text{ R °C} \quad \varphi_{DIŞ} = \% 80 \quad \rightarrow W_s = 0,000024 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{DIŞ} = 39 \text{ mmSS}$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{h_{m,iç}} + \frac{L_{i.s.}}{\mu_{i.s.}} + \frac{L_{PVC.K.}}{\mu_{PVC.K.}} + \frac{L_{D.T.}}{\mu_{D.T.}} + \frac{L_{K.S.}}{\mu_{K.S.}} + \frac{1}{h_{m,dış}} \quad (2.22)$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{0,0015} + \frac{0,02}{0,6 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{3,125 \times 10^{-8}} + \frac{0,29}{1 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{4,166667 \times 10^{-7}} + \frac{1}{0,0063}$$

$$B_T = 7,3727 \cdot 10^{-7} \text{ kg/m}^2 \text{hmmSS}$$

$$(2.13) \text{ nolu eşitlikten } W = 7,3727 \cdot 10^{-7} \cdot (297,8 - 39) = 1,9083 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^2 \text{h}$$

$$(2.14) \text{ nolu eşitlikten } 1,9083 \cdot 10^{-4} = 0,0015 \cdot (297,8 - P_1) \rightarrow P_{w,1} = 297,6727 \text{ mmSS}$$

$$(2.15) \text{ nolu eşitlikten } 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{0,02} \cdot (297,6727 - P_2) \rightarrow P_{w,2} = 291,3117 \text{ mmSS}$$

(2.23)

$$W = \frac{\mu_{PVC.K.}}{L_{PVC.K.}} \cdot (P_2 - P_3) \rightarrow 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{3,125 \times 10^{-8}}{0,03} \cdot (291,3117 - P_3) \rightarrow P_{w,3} = 108,1149 \text{ mmSS}$$

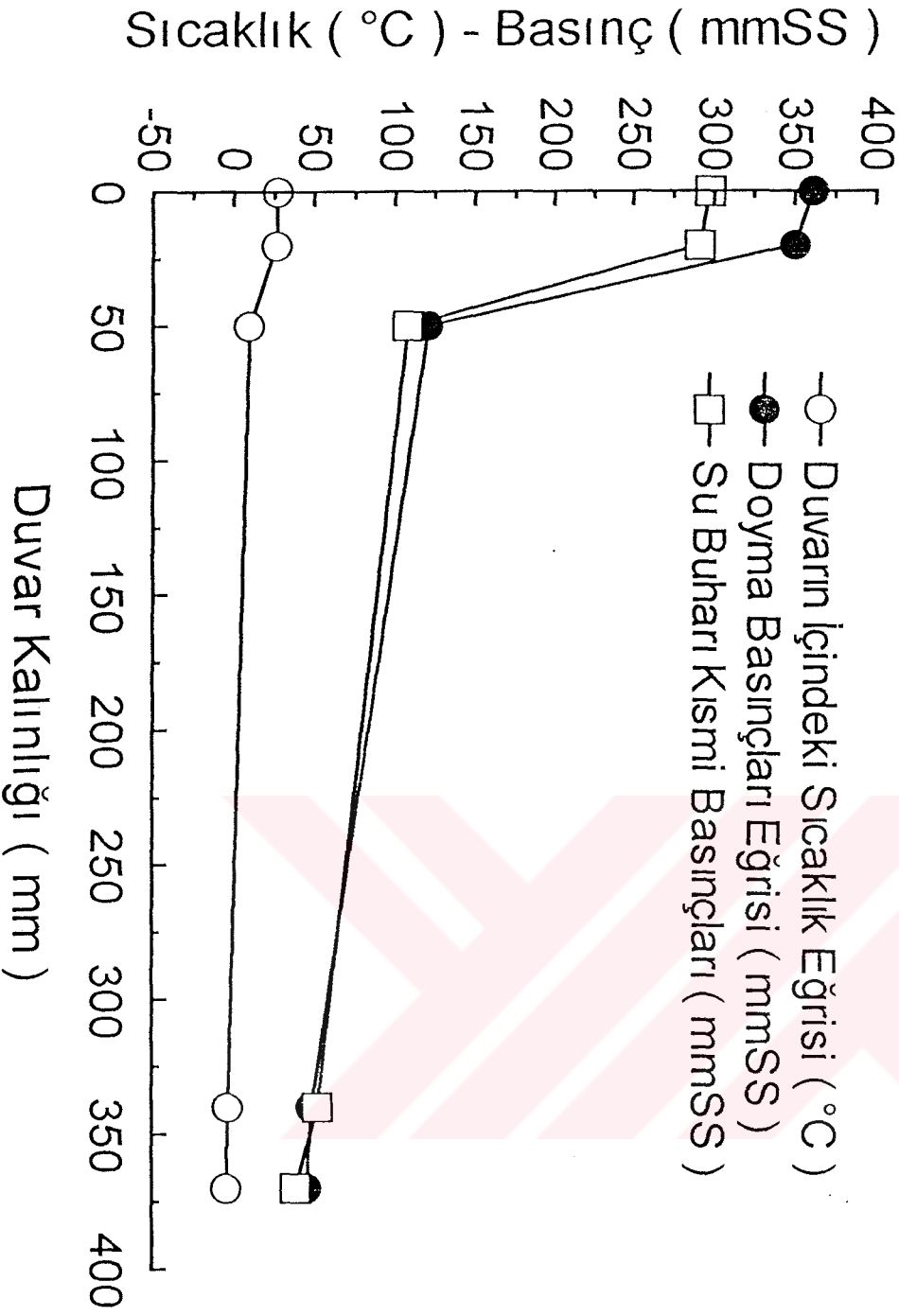
(2.24), (2.25)

$$W = \frac{\mu_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (P_3 - P_4) \rightarrow 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,29} \cdot (108,1149 - P_4) \rightarrow P_{w,4} = 52,7742 \text{ mmSS}$$

$$W = \frac{\mu_{K.S.}}{L_{K.S.}} \cdot (P_4 - P_5) \rightarrow 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{4,166667 \times 10^{-7}}{0,03} \cdot (52,7742 - P_5) \rightarrow P_{w,5} = 39,0344 \text{ mmSS}$$

Borhan, B. (1989)

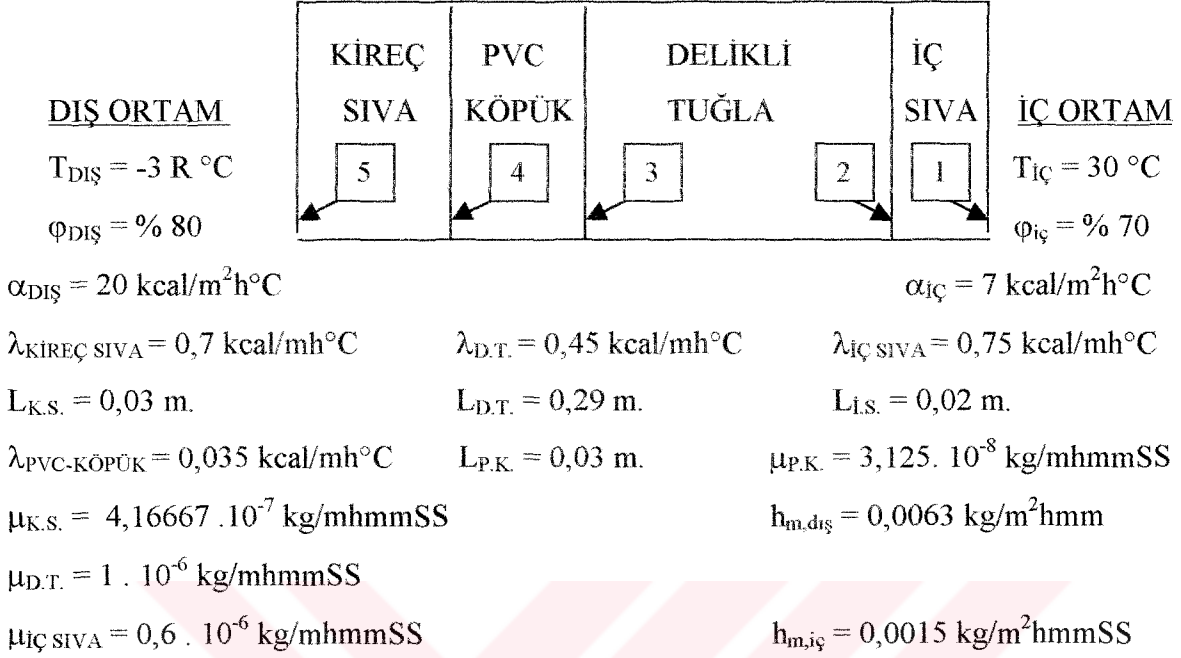
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (İÇ TARAFTA) İSTANBUL İLİ KIŞ ŞARTINA GÖRE



Şekil 2.5 $K_{top} = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı

NOT: Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere duvar sıcaklıklarındaki havadaki su buharının kısmi basınçları ve doyma basınçları eğrileri 230 mm duvar kalınlığında kesişmiştir. Bu noktadan itibaren duvar kalınlığı arttıkça yoğuşma başlayacaktır.

c) İzolasyon Malzemesi Var İken (Dış Tarafıta) Kış Şartına Göre



(2.18) nolu eşitlikten

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,29}{0,45} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{1}{20} \Rightarrow K_T = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(2.6) nolu eşitlikten

$$q = 0,5669 \cdot (30+3) = 19,6977 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

(2.8) nolu eşitlikten

$$19,6977 = 7 \cdot (30 - T_1) \Rightarrow T_1 = 27,186 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(2.9) nolu eşitlikten

$$19,6977 = \frac{0,75}{0,02} \cdot (27,186 - T_2) \Rightarrow T_2 = 26,6607 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{\lambda_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (T_2 - T_3) \Rightarrow 19,6977 = \frac{0,45}{0,29} \cdot (26,6607 - T_3) \Rightarrow T_3 = 13,9666 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.26)$$

$$q = \frac{\lambda_{PVC.K.}}{L_{PVC.K.}} \cdot (T_3 - T_4) \Rightarrow 19,6977 = \frac{0,035}{0,03} \cdot (13,9666 - T_4) \Rightarrow T_4 = -2,9171 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.27)$$

(2.21) nolu eşitlikten

$$19,6977 = \frac{0,7}{0,03} \cdot (-2,9171 - T_5) \Rightarrow T_5 = -3,7613 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	T (°C)	W_s (kg/kgkh)	$P_{w,s}$ (mmSS)
1	→ 27,186	→ 0,023004	→ 361,44
2	→ 26,6607	→ 0,02228	→ 350,45
3	→ 13,9666	→ 0,009959	→ 159,7
4	→ -2,9171	→ 0,003025	→ 49,05
5	→ -3,7613	→ 0,002838	→ 46,03

$$T_{iç} = 30 \text{ °C} \quad \varphi_{iç} = \% 70 \quad \rightarrow W_s = 0,000183 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{iç} = 297,8 \text{ mmSS}$$

$$T_{diş} = -3 \text{ R °C} \quad \varphi_{diş} = \% 80 \quad \rightarrow W_s = 0,000024 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{diş} = 39 \text{ mmSS}$$

(2.22) nolu eşitlikten

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{0,0015} + \frac{0,02}{0,6 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{3,125 \times 10^{-8}} + \frac{0,29}{1 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{4,166667 \times 10^{-7}} + \frac{1}{0,0063}$$

$$B_T = 7,3737 \cdot 10^{-7} \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

(2.13) nolu eşitlikten $W = 7,3737 \cdot 10^{-7} \cdot (297,8 - 39) = 1,9083 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^2\text{h}$

(2.14) nolu eşitlikten $1,9083 \cdot 10^{-4} = 0,0015 \cdot (297,8 - P_1) \rightarrow P_{w,1} = 297,6727 \text{ mmSS}$

(2.15) nolu eşitlikten $1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{0,02} \cdot (297,6727 - P_2) \rightarrow P_{w,2} = 291,3117 \text{ mmSS}$

$$W = \frac{\mu_{ID.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (P_2 - P_3) \rightarrow 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,29} \cdot (291,3117 - P_3) \rightarrow P_{w,3} = 235,971 \text{ mmSS}$$

(2.28)

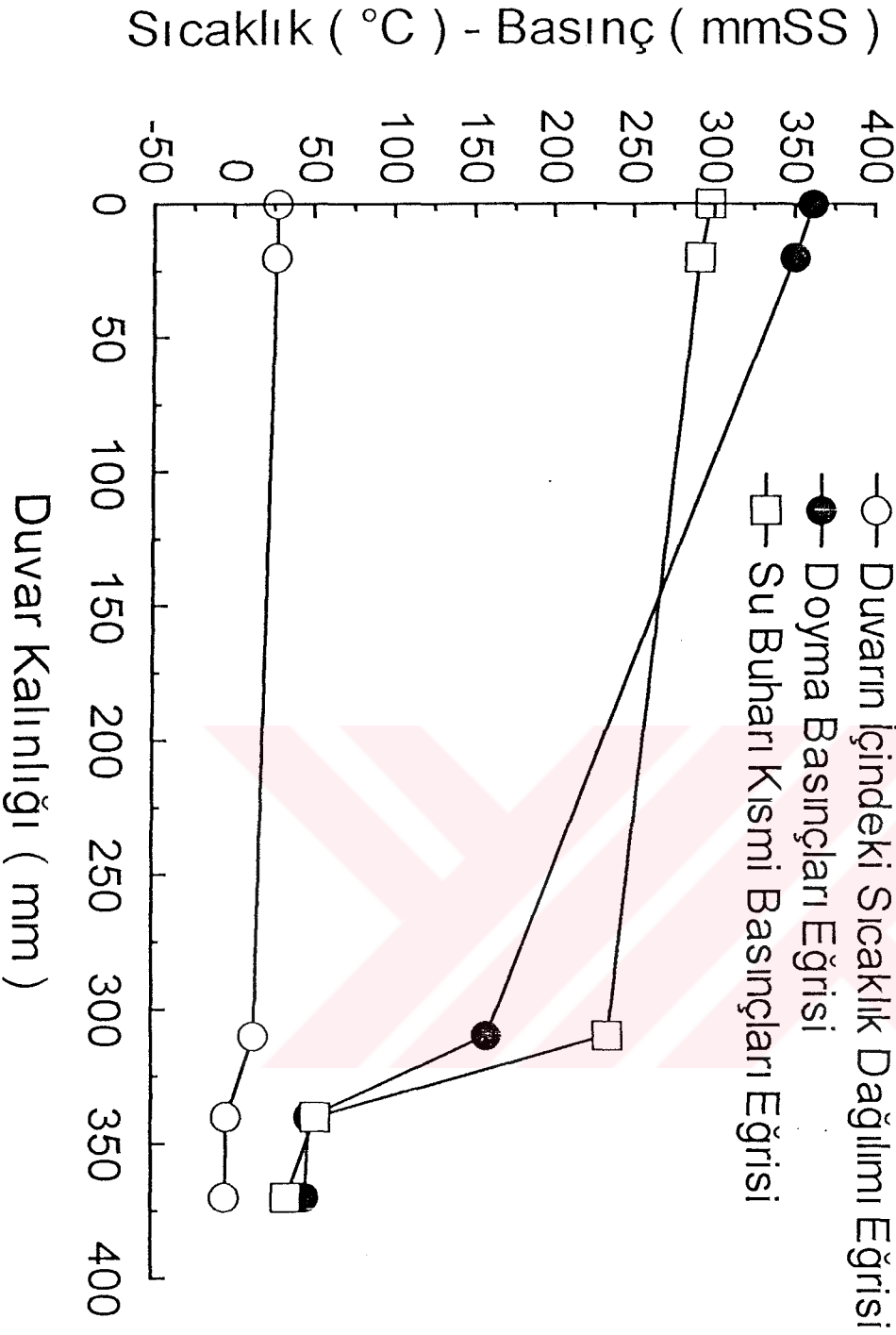
$$W = \frac{\mu_{PVC.K.}}{L_{PVC.K.}} \cdot (P_3 - P_4) \rightarrow 1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{3,125 \times 10^{-8}}{0,03} \cdot (235,971 - P_4) \rightarrow P_{w,4} = 52,7742 \text{ mmSS}$$

(2.29)

(2.25) nolu eşitlikten $1,9083 \cdot 10^{-4} = \frac{4,166667 \times 10^{-7}}{0,03} \cdot (52,7742 - P_5) \rightarrow P_{w,5} = 34,4 \text{ mmSS}$

Borhan, B. (1989)

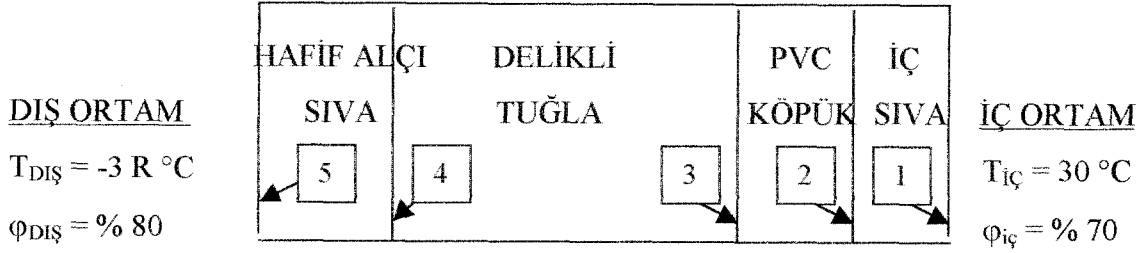
İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (DIŞ TARAFTA) İSTANBUL İLİ KIŞ ŞARTINA GÖRE



Şekil 2.6 $K_{top} = 0,5669 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı

NOT: Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere duvar sıcaklıklarındaki havadaki su buharının kısmi basınçları ve doyma basınçları eğrileri 350 mm duvar kalınlığında kesişmiştir. Bu noktadan itibaren duvar kalınlığı arttıkça yoğuşma başlayacaktır.

d) İzolasyon Malzemesi Var İken (İç Tarafta) Kış Şartına Göre



$$\alpha_{DIŞ} = 20 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{İÇ} = 7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{HAFİF ALÇI SIVA}} = 0,7 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{D.T.}} = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{İÇ SIVA}} = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{H.A.S.}} = 0,03 \text{ m.}$$

$$L_{\text{D.T.}} = 0,29 \text{ m.}$$

$$L_{\text{İ.S.}} = 0,02 \text{ m.}$$

$$\lambda_{\text{PVC-KÖPÜK}} = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{P.K.}} = 0,03 \text{ m.}$$

$$\mu_{\text{P.K.}} = 3,125 \cdot 10^{-8} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$\mu_{\text{H.A.S.}} = 1,5625 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{\text{m,diş}} = 0,0063 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$\mu_{\text{D.T.}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$\mu_{\text{İÇ SIVA}} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{\text{m,iç}} = 0,0015 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{\alpha_{İÇ}} + \frac{L_{İ.S.}}{\lambda_{İ.S.}} + \frac{L_{\text{PVC.K.}}}{\lambda_{\text{PVC.K.}}} + \frac{L_{\text{D.T.}}}{\lambda_{\text{D.T.}}} + \frac{L_{\text{H.A.S.}}}{\lambda_{\text{H.A.S.}}} + \frac{1}{\alpha_{DIŞ}} \quad (2.30)$$

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,29}{0,45} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,03}{0,4} + \frac{1}{20} \Rightarrow K_T = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(2.6) nolu eşitlikten

$$q = 0,5567 \cdot (30 + 3) = 18,3711 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$(2.8) \text{ nolu eşitlikten} \quad 18,3711 = 7 \cdot (30 - T_1) \Rightarrow T_1 = 27,3755 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(2.9) \text{ nolu eşitlikten} \quad 18,3711 = \frac{0,75}{0,02} \cdot (27,3755 - T_2) \Rightarrow T_2 = 26,8856 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(2.19) \text{ nolu eşitlikten} \quad 18,3711 = \frac{0,035}{0,03} \cdot (26,8856 - T_3) \Rightarrow T_3 = 11,1389 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(2.20) \text{ nolu eşitlikten} \quad 18,3711 = \frac{0,45}{0,29} \cdot (11,1389 - T_4) \Rightarrow T_4 = -0,7002 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{\lambda_{\text{H.A.S.}}}{L_{\text{H.A.S.}}} \cdot (T_3 - T_4) \Rightarrow 18,3711 = \frac{0,4}{0,03} \cdot (-0,7002 - T_5) \Rightarrow T_5 = -2,078 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.31)$$

	<u>T (°C)</u>		<u>W_s (kg/kgkh)</u>		<u>P_{w,s} (mmSS)</u>
1	→ 27,3755	→	0,023271	→	365,47
2	→ 26,8856	→	0,022588	→	355,12
3	→ 11,1389	→	0,008244	→	132,56
4	→ -0,7002	→	0,003571	→	57,84
5	→ -2,078	→	0,003222	→	52,23

$$T_{i\check{C}} = 30 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \varphi_{i\check{C}} = \% 70 \quad \rightarrow W_s = 0,000183 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{i\check{C}} = 297,8 \text{ mmSS}$$

$$T_{Di\check{S}} = -3 \text{ R } ^\circ\text{C} \quad \varphi_{Di\check{S}} = \% 80 \quad \rightarrow W_s = 0,000024 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{Di\check{S}} = 39 \text{ mmSS}$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{h_{m,i\check{C}}} + \frac{L_{I.S.}}{\mu_{I.S.}} + \frac{L_{PVC.K.}}{\mu_{PVC.K.}} + \frac{L_{D.T.}}{\mu_{D.T.}} + \frac{L_{H.A.S.}}{\mu_{H.A.S.}} + \frac{1}{h_{m,di}} \quad (2.32)$$

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{0,0015} + \frac{0,02}{0,6 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{3,125 \times 10^{-8}} + \frac{0,29}{1 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{1,5625 \times 10^{-6}} + \frac{1}{0,0063}$$

$$B_T = 2,8331 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$(2.13) \text{ nolu e\check{s}itlikten } W = 2,8331 \cdot 10^{-6} \cdot (297,8 - 39) = 7,332 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$(2.14) \text{ nolu e\check{s}itlikten } 7,332 \cdot 10^{-4} = 0,0015 \cdot (297,8 - P_1) \rightarrow P_{W,1} = 297,3111 \text{ mmSS}$$

$$(2.15) \text{ nolu e\check{s}itlikten } 7,332 \cdot 10^{-4} = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{0,02} \cdot (297,3111 - P_2) \rightarrow P_{W,2} = 272,8711 \text{ mmSS}$$

$$(2.23) \text{ nolu e\check{s}itlikten } 7,332 \cdot 10^{-4} = \frac{3,125 \times 10^{-8}}{0,03} \cdot (272,8711 - P_3) \rightarrow P_{W,3} = -431,0009 \text{ mmSS}$$

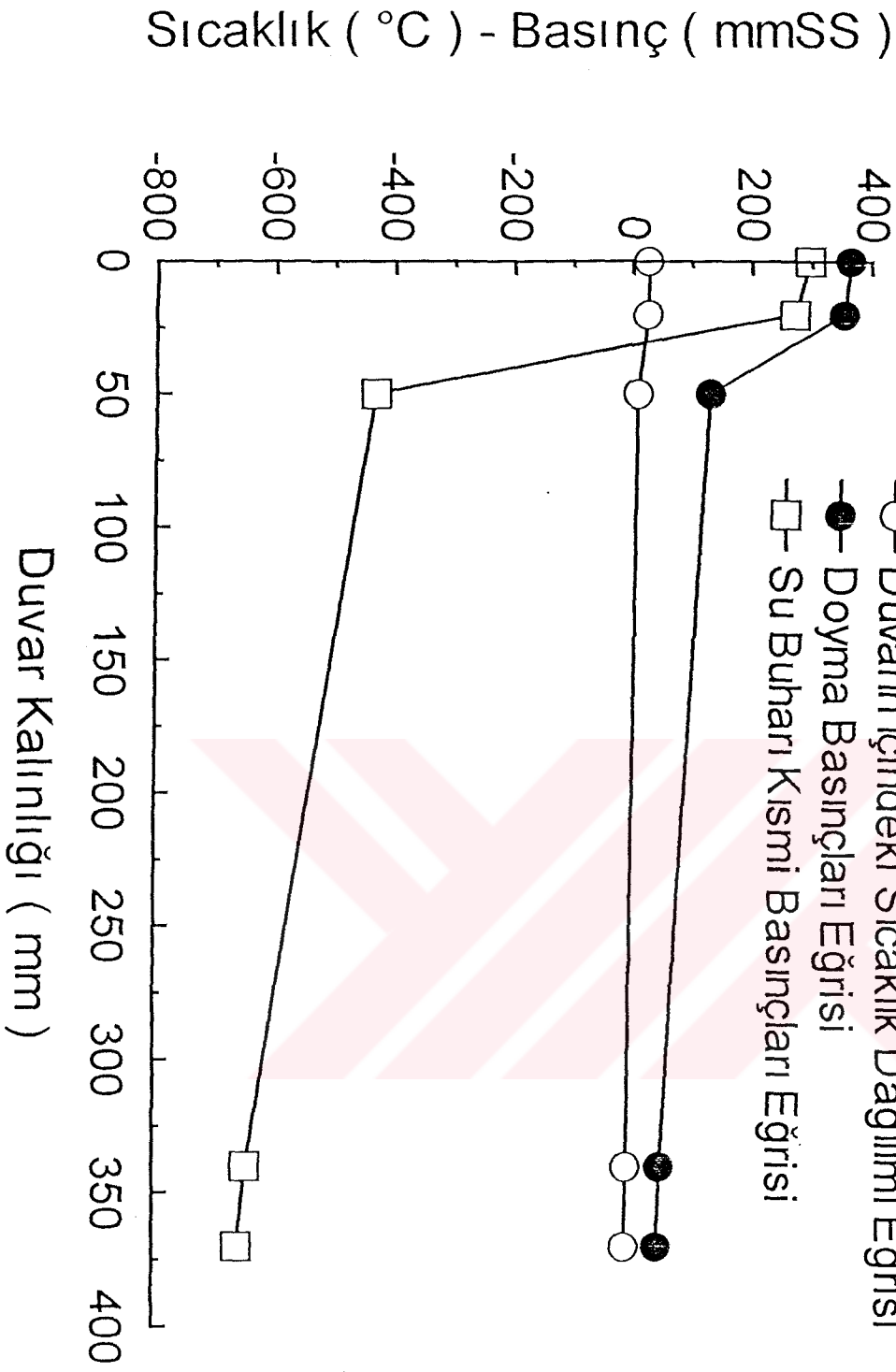
$$(2.24) \text{ nolu e\check{s}itlikten } 7,332 \cdot 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,29} \cdot (-431,0009 - P_4) \rightarrow P_{W,4} = -643,6289 \text{ mmSS}$$

(2.33)

$$W = \frac{\mu_{H.A.S.}}{L_{H.A.S.}} \cdot (P_4 - P_5) \rightarrow 7,332 \cdot 10^{-4} = \frac{1,5625 \times 10^{-6}}{0,03} \cdot (-643,6289 - P_5) \rightarrow P_{W,5} = -657,7063 \text{ mmSS}$$

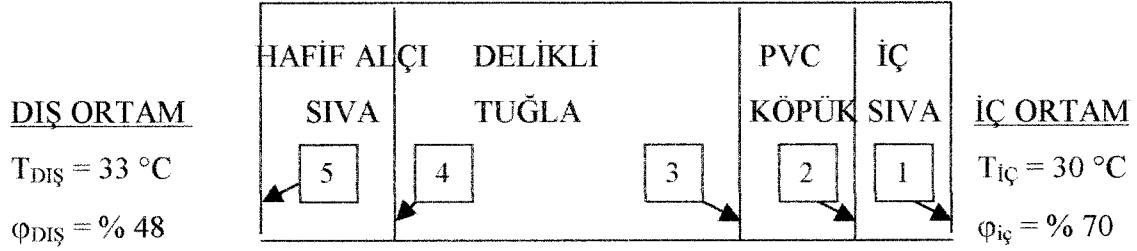
Borhan, B. (1989)

İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (İÇ TARAFTA) İSTANBUL İLİ KIŞ ŞARTINA GÖRE



Şekil 2.7 $K_{top} = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı
NOT: Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere duvar sıcaklıklarındaki havadaki su buharının kısmi basınçları ve doyma basınçları eğrileri kesişmemiştir. Yani yoğuşma olayı yoktur.

e) İzolasyon Malzemesi Var İken (İç Tarafı) Yaz Şartına Göre



$$\alpha_{DIŞ} = 20 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{İÇ} = 7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{HAFİF ALÇI SIVA}} = 0,7 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{D.T.} = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{İÇ SIVA} = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L_{H.A.S.} = 0,03 \text{ m.}$$

$$L_{D.T.} = 0,29 \text{ m.}$$

$$L_{İ.S.} = 0,02 \text{ m.}$$

$$\lambda_{PVC-KÖPÜK} = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L_{P.K.} = 0,03 \text{ m.}$$

$$\mu_{P.K.} = 3,125 \cdot 10^{-8} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$\mu_{H.A.S.} = 1,5625 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{m,diş} = 0,0063 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$\mu_{D.T.} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$\mu_{İÇ SIVA} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mhmmSS}$$

$$h_{m,iç} = 0,0015 \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

$$q = K_T \cdot (T_{DIŞ} - T_{İÇ})$$

$$(2.34)$$

(2.30) nolu eşitlikten,

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,29}{0,45} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,03}{0,4} + \frac{1}{20} \Rightarrow K_T = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(2.34) nolu eşitlikten,

$$q = 0,5567 \cdot (33 - 30) = 1,6701 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$q = \alpha_{DIŞ} \cdot (T_{DIŞ} - T_5) \Rightarrow 1,6701 = 20 \cdot (33 - T_5) \Rightarrow T_5 = 32,9164 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.35)$$

$$q = \frac{\lambda_{H.A.S.}}{L_{H.A.S.}} \cdot (T_5 - T_4) \Rightarrow 1,6701 = \frac{0,4}{0,03} \cdot (32,9164 - T_4) \Rightarrow T_4 = 32,7911 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.36)$$

$$q = \frac{\lambda_{D.T.}}{L_{D.T.}} \cdot (T_4 - T_3) \Rightarrow 1,6701 = \frac{0,45}{0,29} \cdot (32,7911 - T_3) \Rightarrow T_3 = 31,7148 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.37)$$

$$q = \frac{\lambda_{PVC.K.}}{L_{PVC.K.}} \cdot (T_3 - T_2) \Rightarrow 1,6701 = \frac{0,035}{0,03} \cdot (31,7148 - T_2) \Rightarrow T_2 = 30,2832 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.38)$$

$$q = \frac{\lambda_{İ.S.}}{L_{İ.S.}} \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow 1,6701 = \frac{0,75}{0,02} \cdot (30,2832 - T_1) \Rightarrow T_1 = 30,2386 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.39)$$

	<u>T (°C)</u>	<u>W_s (kg/kgkh)</u>	<u>P_{w,s} (mmSS)</u>
1 →	30,238	→ 0,027654	→ 431,37
2 →	30,283	→ 0,027728	→ 432,48
3 →	31,7148	→ 0,030197	→ 469,21
4 →	32,7911	→ 0,032184	→ 498,57
5 →	32,9164	→ 0,032424	→ 502,09

$$T_{iç} = 30 \text{ °C} \quad \varphi_{iç} = \% 70 \quad \rightarrow W_s = 0,000183 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{iç} = 297,8 \text{ mmSS}$$

$$T_{diş} = 33 \text{ °C} \quad \varphi_{diş} = \% 48 \quad \rightarrow W_s = 0,015225 \text{ kg/kgkh} \quad \rightarrow P_{diş} = 242,14 \text{ mmSS}$$

(2.32) nolu eşitlikten,

$$\frac{1}{B_T} = \frac{1}{0,0015} + \frac{0,02}{0,6 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{3,125 \times 10^{-8}} + \frac{0,29}{1 \times 10^{-6}} + \frac{0,03}{1,5625 \times 10^{-6}} + \frac{1}{0,0063}$$

$$B_T = 2,8331 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2\text{hmmSS}$$

(2.13) nolu eşitlikten $W = 2,8331 \cdot 10^{-6} \cdot (297,8 - 242,14) = 1,5769 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2\text{h}$

(2.14) nolu eşitlikten $1,5769 \cdot 10^4 = 0,0015 \cdot (297,8 - P_1) \rightarrow P_{w,1} = 297,6948 \text{ mmSS}$

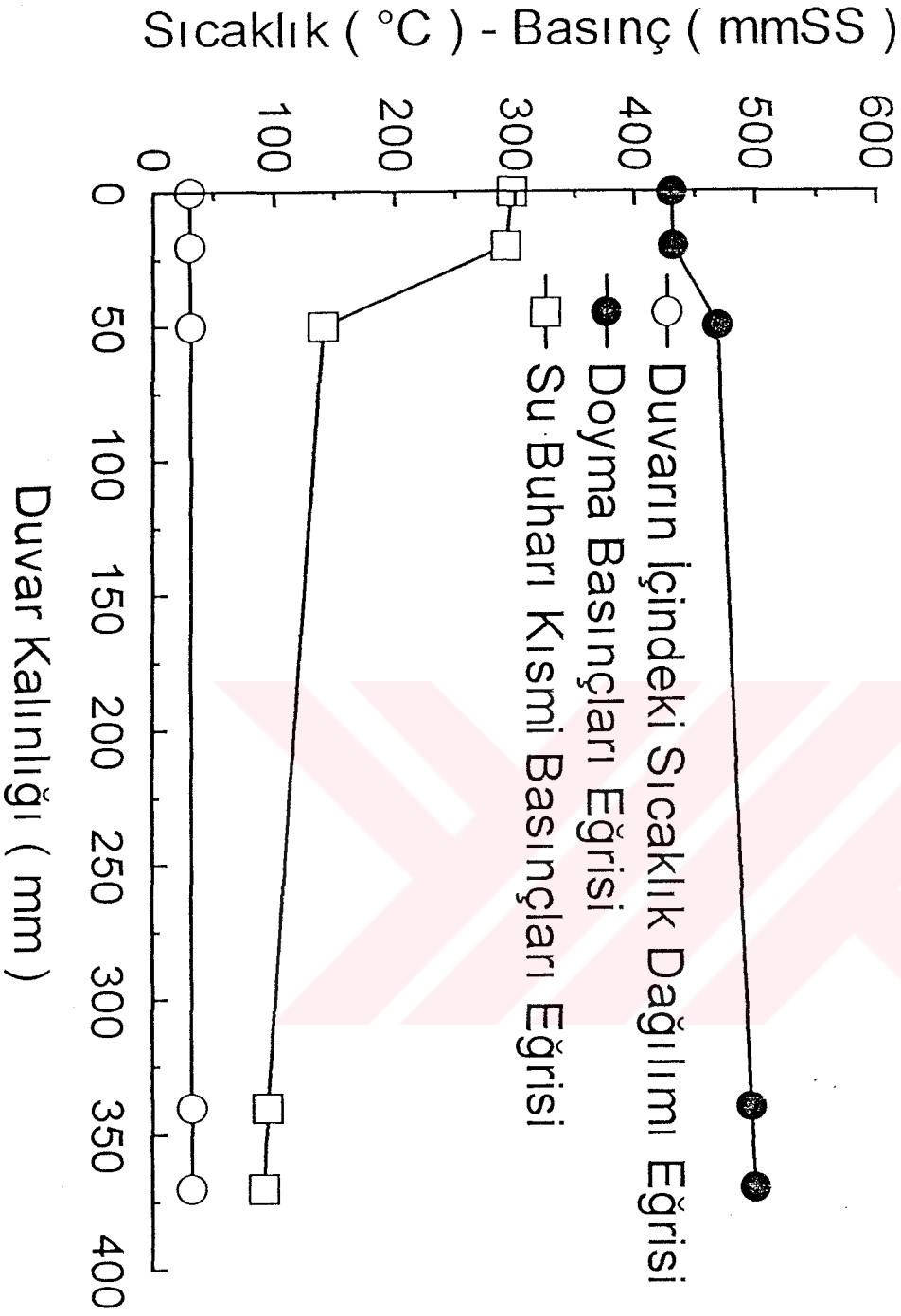
(2.15) nolu eşitlikten $1,5769 \cdot 10^4 = \frac{0,6 \times 10^{-6}}{0,02} \cdot (297,6948 - P_2) \rightarrow P_{w,2} = 292,4384 \text{ mmSS}$

(2.23) nolu eşitlikten $1,5769 \cdot 10^4 = \frac{3,125 \times 10^{-8}}{0,03} \cdot (292,4384 - P_3) \rightarrow P_{w,3} = 141,056 \text{ mmSS}$

(2.24) nolu eşitlikten $1,5769 \cdot 10^4 = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,29} \cdot (141,056 - P_4) \rightarrow P_{w,4} = 95,3259 \text{ mmSS}$

(2.33) nolu eşitlikten $1,5769 \cdot 10^4 = \frac{1,5625 \times 10^{-6}}{0,03} \cdot (95,3259 - P_5) \rightarrow P_{w,5} = 92,3259 \text{ mmSS}$

İZOLASYON MALZEMESİ VAR İKEN (İÇ TARAFTA) İSTANBUL İLİ YAZ ŞARTINA GÖRE

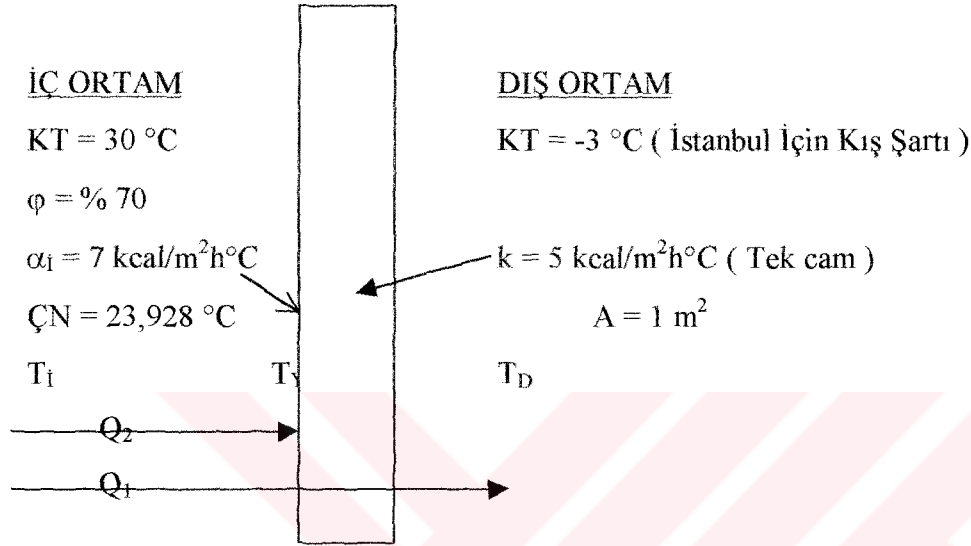


Şekil 2.8 $K_{top} = 0,5567 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ olan bir duvardaki yoğuşma olayı ve sıcaklık dağılımı

NOT: Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere duvar sıcaklıklarındaki havadaki su buharının kısmi basınçları ve doyma basınçları eğrileri kesişmemiştir. Yani yoğuşma olayı yoktur.

2.6 Örnek 3

Örnek 2 deki verilere dayanarak, binanın camlarının tek cam olduğu kabulü ile pencere camlarının 1 m^2 lik kısmında yoğuşma olup olmadığının incelenmesi, yoğuşma varsa çeşitli çözüm yollarının incelenmesi.



$$Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = k \cdot A \cdot (T_i - T_D) = 5 \cdot 1 \cdot (30 - (-3)) = 165 \text{ kcal/h} \quad (2.40)$$

$$Q_2 = \alpha \cdot A \cdot (T_i - T_Y) \Rightarrow 165 = 7 \cdot 1 \cdot (30 - (T_Y)) \quad (2.41)$$

$$\Rightarrow T_Y = 6,42^\circ\text{C}$$

$\text{ÇN} = 23,928^\circ\text{C} > T_Y = 6,42^\circ\text{C}$ olduğundan yoğuşma meydana gelir.

Tersten gidilerek

$$Q_2 = 7 \cdot 1 \cdot (30 - 23,928) = 42,504 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = Q_2 = 42,504 = k \cdot 1 \cdot (30 - (-3)) \Rightarrow k = 1,288 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Tamer, Ş. (1990)

- $k = 1,288 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den daha düşük değere sahip cam kullanılırsa (örneğin Isıcam konfor marka $k = 1,161 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olan çift cam) cam üzerindeki yoğuşma önlenir.
- İç ortamın bağıl nemi düşürülürse yoğuşma önlenir.
- Nem alıcı cihazlar (Dehumidifier), pencerelerin altına fan coil kullanmak camdaki yoğuşmayı önleyebilir.

3. KLİMATİZASYON

3.1 Klimanın Tanımı

İnsanlık ilk çağlardan bugüne kadar yaşadığı yerleri daha rahat yaşanır hale getirmeye çalışmıştır. Bunun önemli bir parçası da yaşanan mahallerin sıcaklığını ayarlamak idi.

Dünyaca kabul edilmiş araştırmalara göre, insanlar belli bir sıcaklık,nem aralığında ve temiz havalı ortamlarda rahat etmektedirler. Bu aralık 'Konfor Bölgesi' olarak tanımlanmıştır (nem % 60 ile % 30, sıcaklık 20 ile 27 °C). Sıcaklığın gereğinden fazla veya az olmasının rahatsız edici olduğu açıktır. Nem düzeyinin az olmasının boğaz kuruluğu, gözlerde yanma gibi rahatsızlıklara yol açmasının yanında, fazla nem de terlemeye ve bunaltıcı bir sıcaklık hissine neden olur. Ayrıca ortamın havası temiz ve taze olmalıdır, toz, duman, polen ve diğer zararlı maddelerin filtre edilmesi ve insanın fark etmeyeceği ama temiz havayı getirip kirli havayı götürecek hafif bir hava dolaşımı gereklidir.

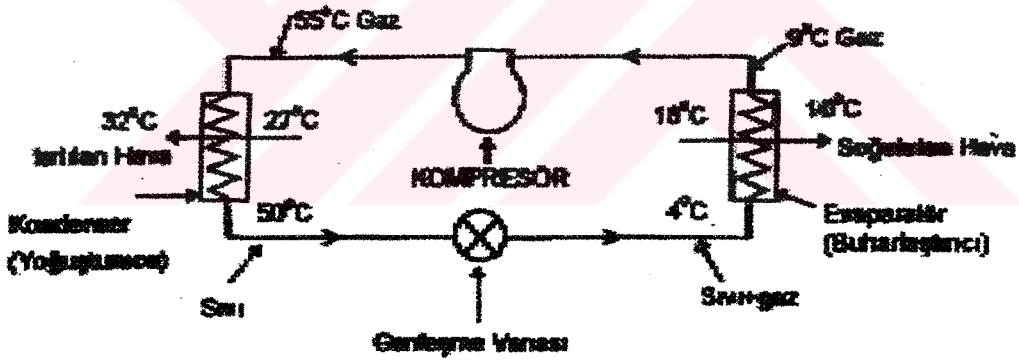
Günümüzde pek çok insanın yaşamının önemli bir bölümü kapalı mekanlarda geçmektedir. Bu mekanlar gerek hacim, gerekse barındırdıkları insan sayısı olarak büyük boyutlara ulaşmışlardır. Fuar, konferans, tiyatro, sinema salonlarının, alışveriş merkezlerinin, diskotek ve casinoların, pencereleri açılmayan yüksek binaların v.b. yaşanabilir halde tutulması için klimatizasyon (iklimlendirme) şarttır. Oteller, hastaneler, gıda, tekstil, elektronik, kağıt, tütün v.b. endüstrileri de klimaya tam anlamı ile muhtaçtırlar.

Küçük işyerleri ve konutlarda da klima kullanımının yararları tartışılmazdır. Fazla sıcak, fazla soğuk, rutubetli, fazla kuru, oksijeni az-karbondioksiti fazla, tozlu ,dumanlı, kokulu ortamlarda yaşamayı, çalışmayı hatta mal ve eşyalarını bulundurmamayı, elbetteki hiçkimse istemez. Yazın seyahat ederken bindiğiniz taşıtın camlarını sıcaktan bunalmamak için açamayacağınız, açsanız da fayda etmeyeceği durumlarda ise araç klimanız imdadınıza koşacaktır.

Klimatize edilmiş ortamlar, iş gücü veriminde artış ve sağlıklı bir yaşam sağlar. Yukarıda sayılan zararlardan kurtulmak ve yararları elde etmek için klimatizasyon gereklidir. Bu bilgilerin ışığında klima bir lüks değil, insanca yaşam için bir gereksinim haline gelmiştir.

Klima sadece soğutma değildir. Klimatizasyon, (iklimlendirme) kapalı mekanın havasının istenen sıcaklık, nem, hava sirkülasyonu, temizlik ve tazelikte tutulmasıdır. Bunların hepsinin olmasa da, bir kaçının kontrol altında tutulması da klimatizasyon (iklimlendirme) olarak tanımlanabilir.

Bir klima cihazı yazın içerideki fazla ısıyı dışarıya atarak içerisini serinletir. Bu sırada havanın fazla nemi alınır, içeride gerekli hızda hava dolaşımı sağlanır ve hava filtre edilir. Cihazın ısı pompası özelliği de var ise, kışın yaz çalışmasının tersine çalışarak dışarıdan aldığı ısıyı içeriye vererek ısıtma da sağlar. Isının içeriden dışarıya veya dışarıdan içeriye verilmesi, cihaz içerisinde dolaştırılan soğutucu akışkanın basıncının bir kompresör ve genişleme valfi ile değiştirilmesi ile sağlanır. Isı soğutulan ortamdaki evaporatör (buharlaştırıcı) vasıtasıyla çekilir, kondenser (yoğuşturucu) vasıtasıyla ısıtılan ortama verilir. Evaporatör ve kondenserini şekil itibarıyla birer otomobil radyatörüne benzetebiliriz. Yukarıda anlatılan sistemden başka şekilde de (absorpsiyon, adsorpsiyon, hava gelişmeli vb) klimatizasyon yapılabilmektedir.



Şekil.3.1 Buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi, (Klima Rehberi, 1998)

3.2 Klima Cihazlarının Çeşitleri

Klima cihazlarını ikiye ayırabiliriz:

- Merkezi Cihazlar
- Bağımsız Cihazlar

3.2.1 Merkezi sistemler

Bu tür sistemler daha çok büyük binaların iklimlendirilmesi için kullanılır. Bir kazan ve bir radyatörden oluşan bir kalorifer tesisatına benzetilebilir. Kazan yerine bir klima santrali, radyatörler yerine de havalandırma kanalları/menfezleri ve/veya fancoil v.b. cihazlar bulunmaktadır. Sistemin boru veya kanalları içerisinde su, hava veya bir soğutucu akışkan dolaştırılarak ısıtma/soğutma/havalandırma ve nem kontrolü sağlanır.

Burada merkezi sistemler hakkında ayrıntıya girmekten kaçınılmıştır. Her uygulamanın birbirinden farklı olması sebebiyle merkezi sistem klimalar birbirinden farklılıklar göstermekte, her birinin üzerinde binanın özelliklerine ve boyutlarına göre ayrıntılı proje çalışması yapılması gerekmektedir.

3.2.2 Bağımsız üniteli sistemler

Bağımsız üniteli klima cihazlarını 4 grupta toplayabiliriz:

- a- Pencere tipi klimalar
- b- Split tipi klimalar
 - Duvar tipi
 - Yer tipi
 - Salon tipi
 - Kanal tipi
 - Tavan tipi
 - Gizli tavan (kasetli) tipi
- c- Paket tipi klimalar
- d- Portatif tip klimalar

Bu cihazlarda kendi aralarında yalnız soğutma, soğutma ve rezistans ile ısıtma, soğutma ve ısı pompası (heat pump) ile ısıtma yapabilmelerine göre ayrılırlar.

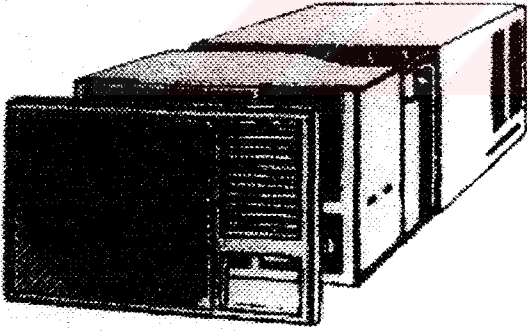
Yalnız soğutma yapan cihazlar dış sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda kullanılarak içeride serin ve rutubetsiz ortamlar sağlarlar. Soğutmanın yanında ısıtma da yapan cihazlar

kışın iklim ve binanın şartlarına göre ısıtma ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılayabilirler.

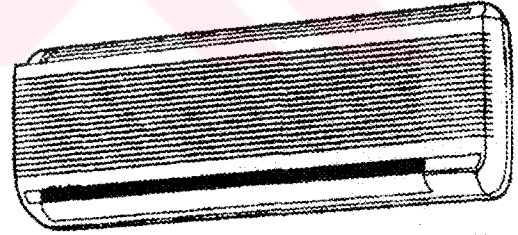
Eğer ısıtma, rezistans (elektrik sobalarındaki gibi) ile sağlanıyor ise cihazın vereceği ısı dış sıcaklıktan bağımsızdır. Rezistanslı cihazlar ısı pompası özelliğindeki cihazlara göre daha ucuzdurlar. Ancak ısıtma yaparken bir ısı pompasına göre daha verimsizdirler ve daha çok elektrik harcarlar.

Isı pompalarının avantajı aynı miktar ısıtmayı rezistanslı ısıtmadan daha az elektrik harcayarak yapmalarıdır. Elektrik sarfiyatındaki bu düşüş, dış hava sıcaklığına ve nemine bağlı olarak 1/3 oranına kadar erişebilir. Ancak dış ortam şartları kötüleştiğinde bu avantaj azalır. Ülkemizin çok soğuk olmayan bölgelerinde ısı pompası kullanımı rezistans ısıtmasına göre elektrik sarfiyatı açısından yararlı olacaktır.

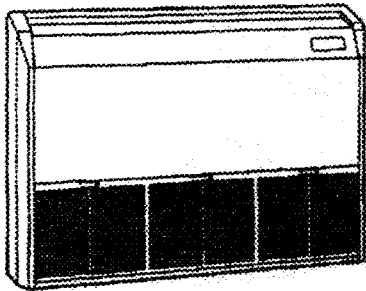
Isıtmayı hem ısı pompası hem de rezistans ile yaparak iki sisteminde yararlarını sunan cihazlarda mevcuttur. Isıtmanın tamamını veya bir kısmını klima cihazları ile karşılamının kışın havalandırma imkanını da beraberinde getirebileceği unutulmamalıdır.



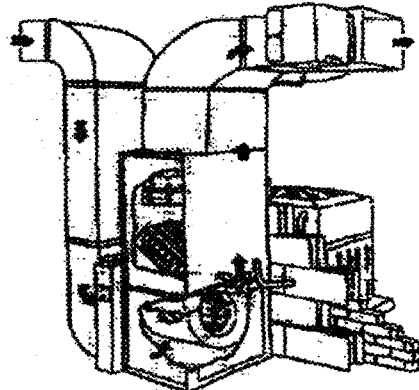
Pencere Tipi Klima



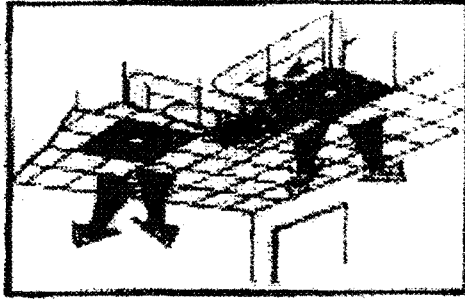
Duvar Tipi



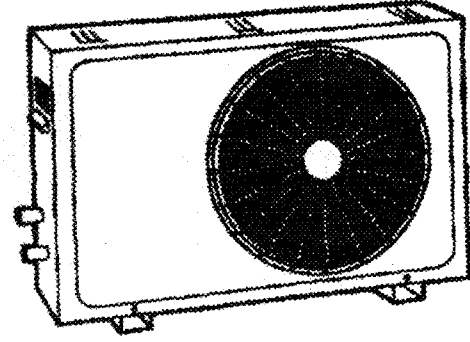
Yer Tipi



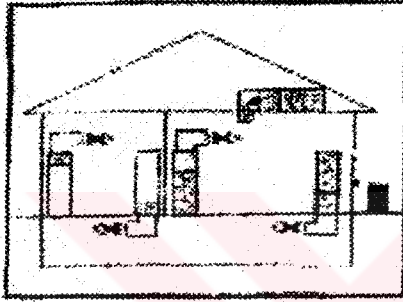
Isı Pompalı Paket Tipi Klima



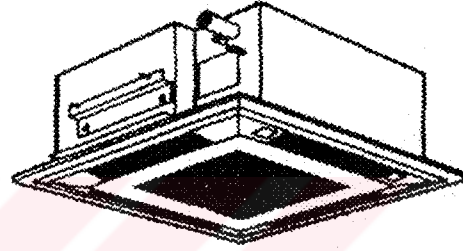
Gizli Tavan Tipi



Dış Ünite



Kanallı Tip



Asma Tavan Tipi

Şekil 3.2 Çeşitli klima cihazları, (Klima Rehberi, 1998)

3.3 Klima Seçimi

Aynı büyüklükteki iki oda için çok farklı kapasitede klima gerekebilir. Çünkü klima kapasitesi odanın büyüklüğü yanında, bulunduğu yerin iklimi, duvarlarının ve pencerelerinin cinsi, boyutları, yönü, güneş/gölge durumu, mekanın çatı/ara/zemin katı olması, mekandaki ısı yayan cihazlar, insan sayısı, giyim ve insanların yaptığı iş gibi bir çok faktöre bağlıdır.

En küçük cihazdan en büyük merkezi sisteme kadar ne tip klima alınacak olursa olsun muhakkak surette soğutulmak istenen mekanın veya mekanların soğutma ihtiyacı hesaplanmalıdır, aksi takdirde küçük boyutlu cihaz seçimi durumunda tüketici mekanı yeterince soğutamaz. Büyük cihaz seçiminde ise cihazın güçlü oluşu nedeni ile sesi ve

üflemesi rahatsız edebilir, termostat kısa sürede cihazı kapatacağından nem ayarı yetersiz kalır, üstelik gereksiz yere pahalı bir cihaz alınmış olur.

Küçük cihazların alınmasından önce satıcı firmalar tarafından hesap cetvelleri veya bilgisayar programları yardımıyla ve mümkünse hesap ve keşif yapılarak cihaz seçilmesi faydalı olacaktır.

Merkezi sistem gibi daha büyük cihaz seçiminde ise muhakkak surette mühendislik bürolarına sıhhi tesisat, elektrik projeleri gibi klima projeleri yaptırılmalı ve projeye göre satıcı firmalardan teklif alınmalıdır.

Klima kapasiteleri değişik birimler ile verilebilir. Satıcı firmalar bu konuda bize yardımcı olabilirler, ancak aşağıdaki şekilde dönüşüm yaparak kendimizde farklı birimler ile verilen kapasiteleri birbirleri ile karşılaştırabiliriz:

$$1 \text{ Watt} = 3,4 \text{ Btu/h} \quad ; \quad 1 \text{ kcal/h} = 4 \text{ Btu/h} \quad ; \quad 1 \text{ Watt} = 0.86 \text{ kcal/h}$$

Uzun ömürlü bir cihaz olan klimayı seçerken aşağıdaki hususları gözönünde bulundurmamızda fayda vardır :

- Cihazın kapasitesinin ve fonksiyonlarının ihtiyacımızdan eksik veya fazla olmaması,
- Cihazın veriminin yüksekliği,
- Fiyata nelerin dahil olduğu (montaj malzemesi, montaj işçiliği, aksesuar, KDV v.b.),
- Satıcı firmanın kalıcılığı, servis desteği, garanti süresi,
- Ses düzeyi,
- Hava akımının homojen dağılımı, yön ve hız ayarının kolay olması,
- Dünya piyasalarından kalkmakta olan soğutucu akışkanlardan kullanılmaması (Ör R12)
- Kolay kumanda edilebilmesi.

3.4 Klima Kullanımına Yönelik Tavsiyeler

Klima cihazlarının montajı mutlaka yetkili servislere veya ehil tesisatçılara yaptırılmalıdır. Montaj sırasında garanti şartlarına uyulmalıdır.

Klimanın kullanımında periyodik bakım ve kontrolleri yaptırmak cihazın verimini ve ömrünü arttıracaktır.

Pencere tipi, split ve portatif klima gibi küçük cihazlarda kullanılan hava temizleme filtrelerinin belli aralıklarla kullanıcı tarafından temizlenmesi tavsiye edilir.

Klimalar kullanım kılavuzları ve satıcı firmanın tavsiye edeceği şekilde kullanılmalıdır.

Klimalar amaç dışı (örneğin kurutma, yiyecek/içecek,soğutma/ısıtma için) kullanılmamalıdır.

Klimalar şartlara ve sağlık koşullarına uygun olacak şekilde ayarlanmalı veya ayarlatılmalıdır. Yazın iç sıcaklığın dış sıcaklıktan 7-8 °C düşük olması yeterli konforu sağlar. Gerek iç, gerekse dış tarafta hava giriş ve çıkışlarına akışı engelleyecek herhangi bir cisim konulmamalıdır.

Montaj sırasında gerekli mesafenin bırakılmasına dikkat edilmelidir.

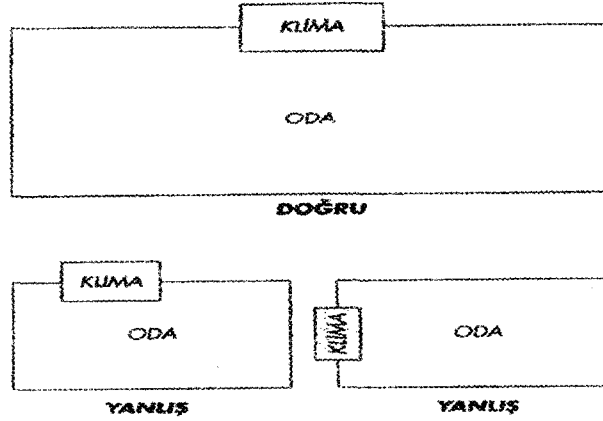
Soğutulan mekana çok miktarda güneş geliyor ise perde, panjur v.b. ile güneşten gelen ısı mümkün olduğunca azaltılmalıdır.

Duvar, tavan, pencere ve zeminin mümkün olduğu kadar çok ısı yalıtımlı olması kışın daha ucuza ısınmasını, yazın daha ucuza serinlenmesini sağlar, konforu artırır.

Klima edilen odaların kapı ve pencereleri mümkün olduğunca kapalı tutulmalıdır. Eğer klimanın taze hava bağlantısı yoksa pencereyi sürekli açık bırakarak değil, ara sıra açarak havalandırma sağlanmalıdır. Kapıların kapatılmadığı durumlarda kapı önünde bir cihaz bulundurarak hava perdesi yaratılmalıdır.

Klima yerini seçerken, odada insan, hayvan, bitki bulunan yerlerin hava huzmesinden uzun süre doğrudan etkilenmeyecek bir yer olmasına dikkat edilmelidir. Soğuyan hava aşağı doğru hareket eder. Klima işleminin tam randımanla gerçekleşmesi ve odada sıcaklık

dağılımının eşit olması için klima havayı eşit dağıtabileceği bir konumda monte edilmelidir.



Şekil 3.3 Klimanın bir odadaki yeri, (Klima Rehberi, 1998)

3.5 Klimatizasyon (İklimlendirme) Tekniğinde Kullanılan Sistemlerin Tanımı ve Çeşitleri

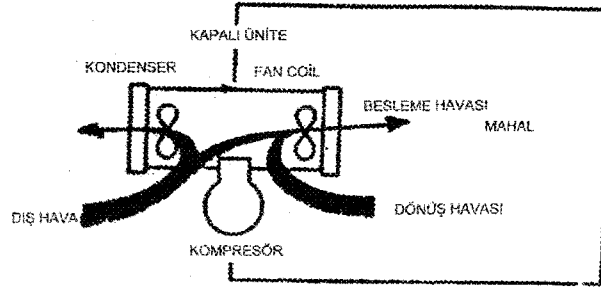
Kapalı bir mahaldeki hava şartlarının (sıcaklık, nem) sabit tutulması tekniğidir. Klima genelde iki amaç için yapılır. İnsan faktörü esas alınarak yapılan 'Konfor Kliması', üretilen mamül esas alınarak yapılan 'Endüstriyel Klima' olarak adlandırılır.

Klimatizasyon (İklimlendirme) sistemleri dört ana grupta toplanabilir, bunlar; 'Direk Genleşmeli', 'Tüm Sulu', 'Hava ve Sulu' sistemlerdir.

3.5.1 Direk genleşmeli sistemler

Bu sistemde soğutucu akışkan, doğrudan havayı soğutmak amacıyla kullanılan soğutucu coilde (bataryada) buharlaşır. (Şekil 3.4)

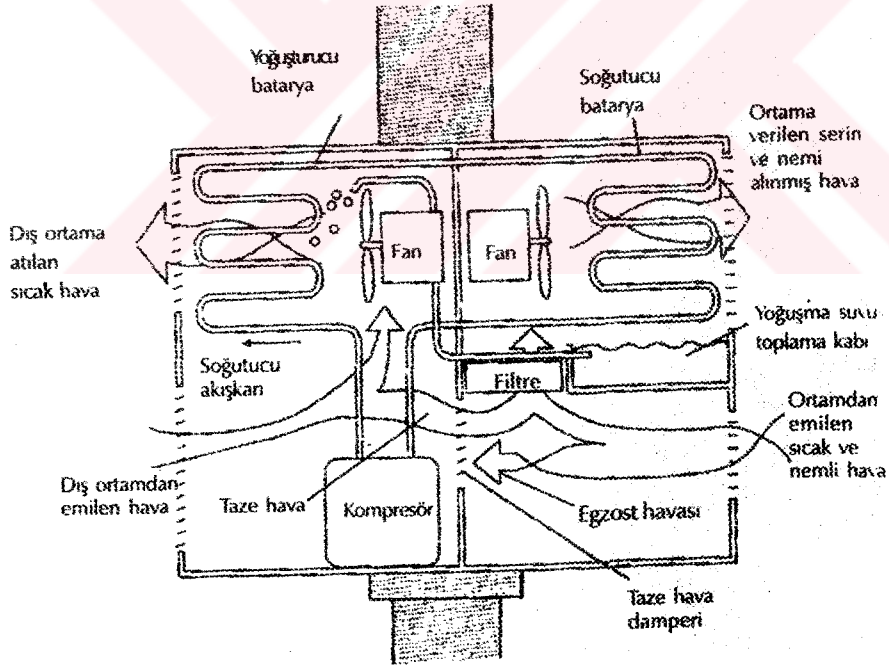
Kompresörü, hava soğutmalı kondenseri ve hava soğutucusu ile birlikte aynı kabin içine gruplanmış sistemler mevcut olduğu gibi; kondenser ve hava soğutma ünitesinin ayrık olduğu sistemlerde mevcuttur.



Şekil 3.4 Direk genişlemeli sistem, (Klima Rehberi, 1999)

3.5.1.1 Pencere tipi paket sistemler

Kompresör, hava soğutmalı kondenser ve ekipmanları ile hava şartlandırma ünitesi aynı kabin içerisine yerleştirilmiştir. Kapasiteleri 1/3 – 3 ton arasındadır. Genellikle pencere veya duvara monte edilirler. Bu tipler serbest olarak odaya üfleme yaparlar, kanal ile birlikte kullanılmazlar.



Şekil 3.5 Yaz iklimlendirmesi yapan pencere tipi bir iklimlendirme cihazı,

3.5.1.2 Düşey tip – salon tipi paket sistemler

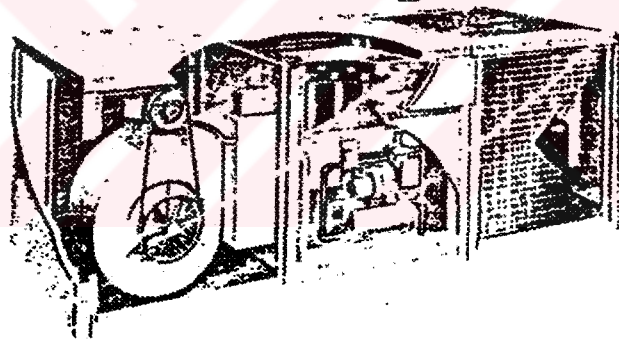
Bunlar, direkt olarak havası şartlandırılacak olan mahalde bulunurlar. Kondenser ünitesi haricinde tüm üniteler cihazın içindedir. 3 – 20 ton arasındaki kapasitelerdedirler.

Kondenseri su veya hava soğutmalı olabilir. Havayı direk olarak iklimlendirebilecek mahale üfleyebildikleri gibi, kısa kanallar kullanılarak daha homojen hava dağılımı sağlayabilirler. Gerekğinde sisteme dış hava bağlantısı yapılabilir.

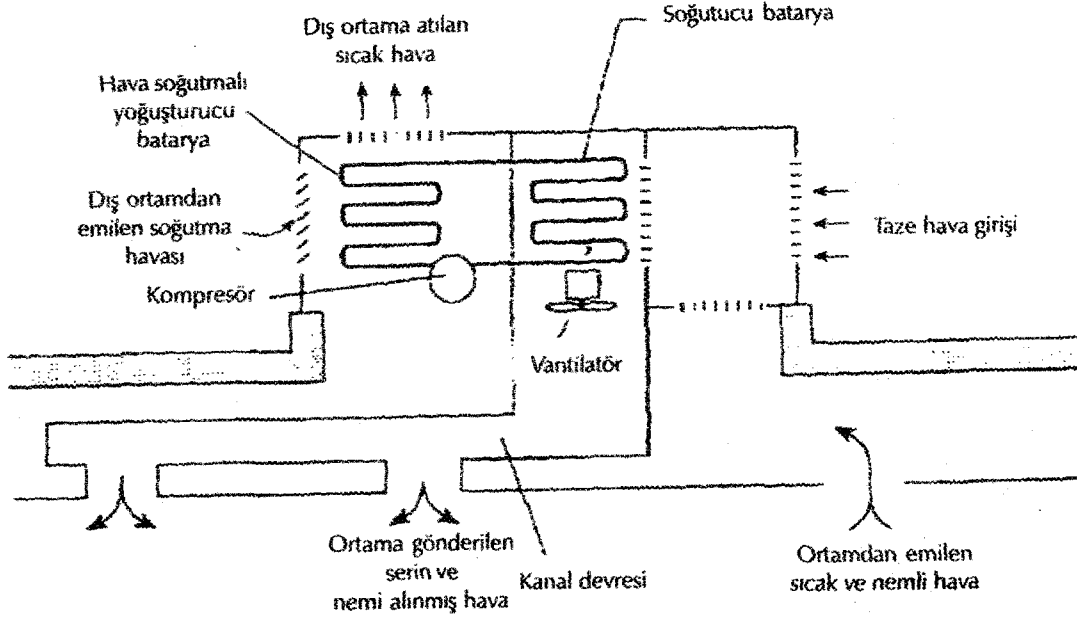
3.5.1.3 Çatı tipi paket sistemler

Dizayn ve uygulamada oldukça yenidir. Restaurant, kafeterya ve banka gibi mahaller için yaygın uygulama alanı vardır. Sistemin ekipmanlarının tümü iklimlendirilecek mahalin üzerindeki çatıya yerleştirilir. Sistem, iklimlendirilecek mahal ile gidiş ve dönüş hava kanalları yardımıyla irtibatlandırılmıştır. Bu sistemler genellikle hava soğutmalı kondenser, fan soğutucu coil ünitesi, bazen de gaz ile çalışan yakma fırınından meydana gelir.

(Şekil 3.6) Mahaldeki hava dağıtımı hava kanallarıyla veya doğrudan yapılabilir. 50 ton kapasiteye çıkabilirler. Birçok ünite birarada kullanılarak verimli zon kontrol yapılabilir.



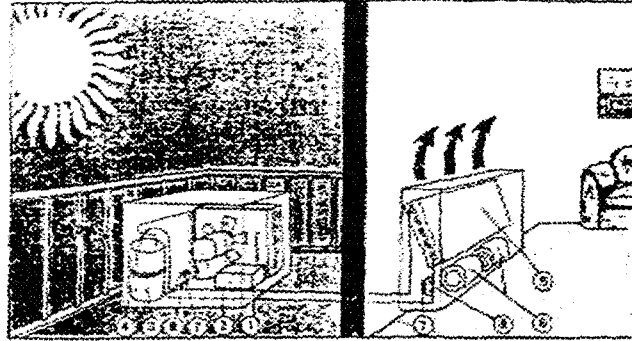
Şekil 3.6 Çatı tipi klima sistemleri, (Klima Rehberi, 1998)



Şekil 3.7 Yaz iklimlendirme yapan çatı tipi bir cihaz, (Klima Rehberi, 1999)

3.5.1.4 Split (Ayrık) tip sistemler

Bu sisteme split denmesinin nedeni, kondenser ve kompresör ünitesiyle hava şartlandırma cihazının ayrılmış olmasıdır. Bu iki ayrı ünite bakır borular ile irtibatlıdır. Aynı soğutma grubu ile birden fazla mahalın (herbir zon için kullanılan hava şartlandırma cihazları ile) iklimlendirilmesi mümkündür. Sistemin fazla yer işgal etmemesi, fleksibl olması kullanım alanını arttırmaktadır. Soğutma grubu, küçük kapasitelerde fan-coil ünitelerine (Şekil 3.8), büyük kapasitelerde klima santrallerine bakır borular ile monte edilerek zonların iklimlendirilmesi sağlanır.



Şekil 3.8 Split tip sistem, (Klima Rehberi, 1998)

3.5.2 Tüm sulu sistemler

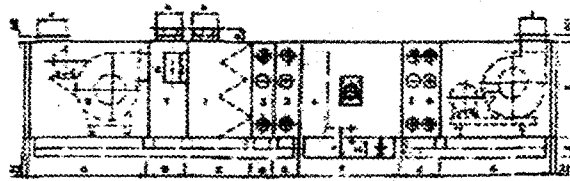
Çok odalı binalarda, ofis binaları, otel, motel, hastane ve apartmanlarda yaygın olarak kullanılır. Her bir odaya yerleştirilen hava şartlandırma cihazı (fan coil) ile odaların soğutulması sağlanır. (Şekil 3.9) Fan coillerde dolaşan su merkezi bir soğutma grubu ehillerinde üretilir ve pompalar yardımıyla tesisata gönderilir. Her bir odanın sıcaklığı bir termostat yardımıyla kontrol edilebilir.



Şekil 3.9 Tüm sulu sistem, (Klima Rehberi, 1998)

3.5.3 Tüm havalı sistemler

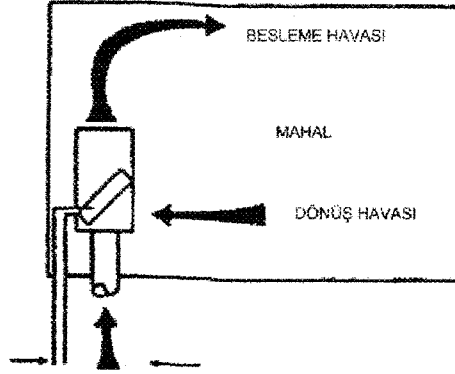
Merkezi bir klima santralında şartlandırılan havanın kanallar yardımıyla iklimlendirilecek mahale gönderilmesidir. Özellikle büyük mahallerin iklimlendirilmesinde kullanılır. Merkezi klima santrali: Karışım hücresi, filtre, aspiratör, vantilatör, ısıtıcı batarya, soğutucu batarya ve nemlendirici hücrelerden meydana gelir. (Şekil 3.10) Havanın soğutulması, coilde soğuk su veya doğrudan soğutucu akışkan dolaştırılarak sağlanır.



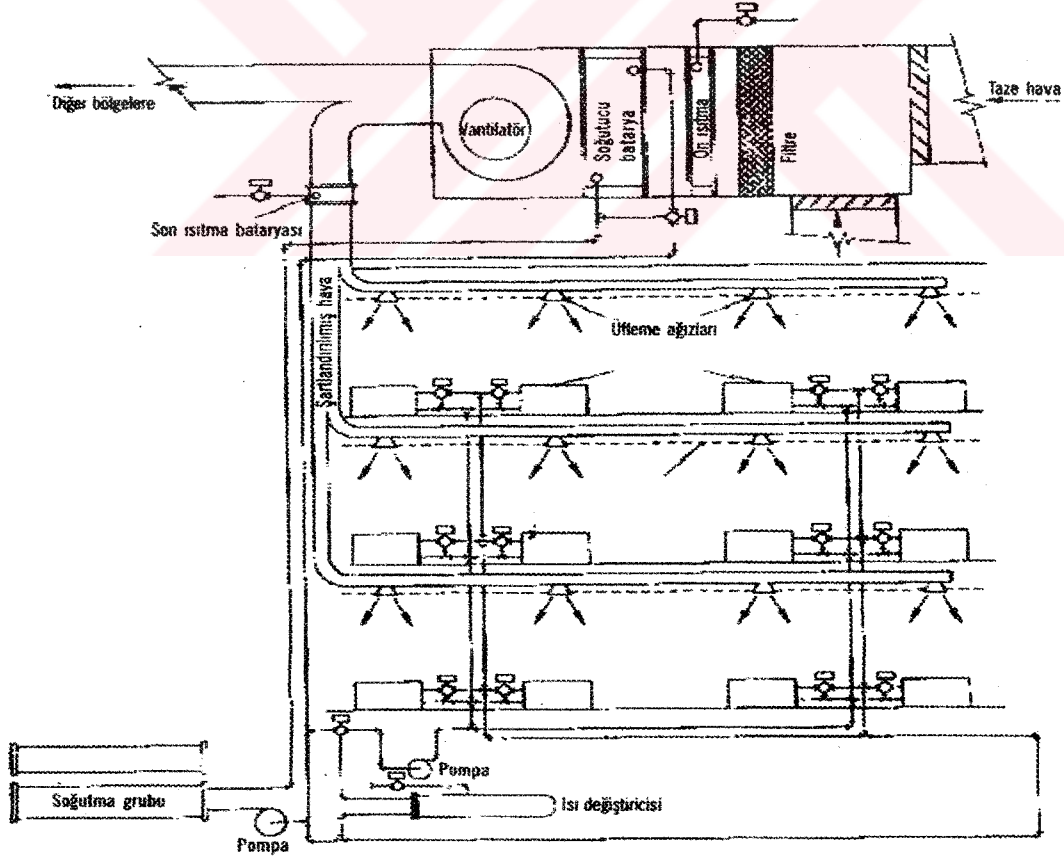
Şekil 3.10 Tüm havalı klima santrali, (Klima Rehberi, 1999)

3.5.4 Hava ve Sulu Sistemler

Bir merkezde şartlandırılan temiz havanın ve merkezi bir soğutma grubunda soğutulan suyun fan coil birimlerine gönderilerek mahallerin, insanların temiz hava ihtiyaçlarını da karşılayarak soğutulması prosesidir. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11 Hava ve sulu sistem, (Klima Rehberi, 1998)



Şekil 3.12 Hava-sulu bir iklimlendirme merkezi, (Klima Rehberi, 1999)

Yukarıda tanımlanan iklimlendirme sistemlerinin seçiminde aşağıdaki faktörlere dikkat edilmelidir: İlk yatırım maliyeti, konfor şartları, gürültü, estetik, işletme maliyeti, montaj kolaylığı, sistemlerin fleksibilitesi, enerji tüketimi, işletme kolaylığı.

3.6 Yüzme Havuzu Klimatizasyonu

İnsanların yüzme sporunu kesintisiz olarak yapma istekleri, açık havuzların ' kapalı ' ya dönüşmesine neden olmuş, buna paralel olarak klima tekniğinde ' nem alma ' veya ' nem giderme ' işlevi ön plana çıkmıştır. Bu bölümde açıklanan nem alma yöntemleri, kapalı havuzların yanı sıra, benzer özellikleri taşıyan başka yapılarda da uygulanabilir.

3.7 Giriş

Nem alma işleminin temeli; mutlak nemi düşük bir havanın, gönderildiği hacimde bulunan su buharını yüklenmesi ve dışarı taşınması prensibine dayanır. Şu halde içeriye kurutacak hava, içeride istenilen seviyeden daha kuru olmalıdır ki, bu işlemi gerçekleştirebilsin.

Kapalı havuz klima tekniğinde, yakın zamanlara kadar iç havanın neminin alınması için, kışın, daha kuru olan dış hava yeterli oranda iç hava ile karıştırılarak kullanılmaktaydı. Bu uygulamada; özellikle binanın bulunduğu yer ılık bir iklim bölgesindeyse, dış havanın ısınması ve buna paralel olarak nemlenmesi sonucu, su buharının meydana getirdiği yüksek hava basıncının etkisiyle içeride rahatsızlık verici bir ortam oluşmaktadır. Diğer taraftan konfor şartları için gerekli olandan çok fazla miktarda alınmak zorunda kalınan dış havanın ısıtılması, yüksek enerji giderine yol açmaktadır.

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi; 1952'de denenmiş ve başarısızlıkla sonuçlandığı için çok kısa sürede rafa kaldırılmış olan ' ısı pompası = heat pump ' teknolojisinin tekrar gündeme gelmesini sağlamış ve ikinci deneme başarılarak bu uygulama tüm dünyaya yayılmıştır. Buna paralel olarak benzer bir uygulama ile kapalı hacimlerin nemlerinin alınması işleminde 'mekanik soğutma ' uygulamasına gidilmiştir. Bu uygulamaya bazı literatürlerde ' ısı pompası ', bazılarında ise ' ısı geri kazanımı = heat recovery ' isimleri uygun görülmüştür.

Kapalı havuz klima tesisatlarında dış havanın kuruluğu esasına dayanan alışagelmış uygulamaların yanı sıra, ısı pompası sistemi ile çalışan türleri de bu yazının konusunu oluşturmaktadır.

3.8 Havuz Holü Yapısı

Uygun bir klima tesisatı için; avan projesi aşamasından itibaren göz önünde tutulması gereken noktalar şunlardır:

Bina arsa üzerinde konumlandırılırken, havuzun uzun kenarına paralel olan bina dış duvarının güney yönüne bakması sağlanmalıdır. Bu cephede büyük yüzeyli (çift camlı) pencereler oluşturulur ve havanın açık olduğu *-güneş ışınlarının hayli yüksek geldiği-* kış günlerinde iç kısmın rahatça güneşlenmesi sağlanmış olur.

Havuz holünün dış yüzeyleri gerekli ısı yalıtım değerleri sağlanacak şekilde izole edilmelidir. Ayrıca yapı elemanlarındaki yoğuşmayı (kondenzasyon) önlemek için, ısı yalıtım tabakasının sıcak yüzeyi uygun bir ' buhar kesici ' malzeme ile kaplanmalıdır. Bu konu, kış mevsimindeki enerji sarfından önce binanın sağlığını ilgilendirmektedir.

Havuz holü gibi yüksek nem seviyesi bulunan yapılarda, yapı dış yüzeyi;

*iyi izole edilmemiş ise, iç ve dış kısımlardan,

*izole edilmiş fakat buhar kesici tabaka yapılamamış ise dış kısımlardan,

aşırı ıslaklık problemleriyle karşılaşmaktadır.

Binanın avan mimari proje aşamasında ele alınması gereken konulardan biri de, havalandırma tesisatının yerleşimidir. Normal yapıların projelerinde daha ileri adımlarda gündeme gelen bu konu, kapalı havuz klimasında hava debilerinin bir hayli yüksek olması nedeniyle (örneğin 1000 m² havuz yüzeyi için 80000 ila 100000 m³/h), başlangıçta çözümlenmelidir.

3.9 Hava Kanalları Geçiş Yerleri ve Santral Odası

Santral Odası : Küçük yüzeyli havuzların yapımında santral odası ayrılmasına gerek yoktur. Buralarda ısı pompası sistemi ile yapılmış küçük ve orta kapasiteli nem çözme cihazları ile ' kurutma ' işlemi ve kısmen de ısıtma işlemi gerçekleştirilebilir. Bu cihazların ana görevi havadaki nemin alınması olduğu için, havuz holünün ısıtılması bilinen usullerle çözülmelidir.

Yüzeyi 20-25 m² olan özel havuzlar için, havayı direkt emen ve üfleyen fan-coil cihazı büyüklüğünde taşınabilir nem çözme cihazları mevcuttur. Bu küçük cihazlarda iç sıcaklığın artışı halinde kondens enerjisini havuz suyuna veren ilave sistem yoktur, bu durumlarda içeride bulunan klasik ısıtma cihazının kapasitesi düşürülür.

Yaklaşık 80 ila 100 m²'ye kadar yüzeyi bulunan havuzlarda ise, salon tipi klima cihazı büyüklüğünde ve döşeme üzerine, duvara veya tavana montajı yapılabilen ' paket tip ' nem çözme cihazları kullanılabilir. Burada kapasiteler ve hava miktarları büyüğünden, en azından üfleme havası için bir kanal tesisatı yapılmalıdır. Bu kapasitedeki cihazlara, artık enerji ile havuz suyunu ısıtan eşanjör ilave edilebilmektedir, bunun için havuz sirkülasyon suyu tesisatının alt yapısı bu ilaveye uygun olmalıdır.

Biraz daha büyük havuzlarda şayet merkezi tesisat için santral mahalli ayrılamıyorsa, birden fazla ' ısı pompalı - paket tip ' nem çözme cihazı kullanılabilir. Cihazlara bağımsız kanal tesisatları yapılır ve bunlar farklı değerlere ayarlanmış higrostatlarla otomatik olarak çalıştırılır.

Ortalama 200 ila 300 m² su yüzeyinden itibaren merkezi klima tesisatı ve dolayısıyla santral odası yapılması kaçınılmaz olur. Santral odası, egzost ve taze hava dahil tüm hava kanallarının bodrum kattaki geçiş mesafelerini en az uzunluğa indirecek şekilde; yani bina dış yüzeyine, galeriye ve dönüş kanalı shaftına yakın bir yere yerleştirilmelidir; aksi halde kanallar, çok yoğun olan diğer tesisat hatlarının servisini zorlaştıracaktır. Santrallar, mümkün olduğunca havuz kimyasallarının pompalandığı dozaj istasyonundan ve kazan dairesinden uzak olmalıdır. Santral elemanlarının (vantilatör, hava eşanjörleri vb)

zamanla değişim servisi için bina dışına ulaşan uygun ölçüde servis koridorları ve kapıları bulunmalıdır.

Büyük kapasiteli santrallerin ve bunlara ait kanalların yerleştirilmesinde zorluk çekildiği için, büyük havuzlarda iki veya üç adet santralin paralel çalıştırılması zorunlu olmaktadır. Bu durum aslında, düşük yük zamanlarında tek bir santralin çalıştırılması ile enerji tasarrufu sağladığı ve ayrıca arıza halinde yedekleme olanağı yarattığı için işletmede fayda sağlamaktadır. Aynı görüşle nispeten daha küçük kapasiteli tesisatlarda da iki adet santral kullanılması düşünülebilir.

Kapalı havuzun bulunduğu binalarda, havuz holünün haricindeki bölümler için de havalandırma yapılmasında ve bunun için ayrı santraller kullanılmasında fayda vardır. Eğer havuzda seyirci bölümü ve dolayısıyla buna bağlı (lokal, sigara salonu vb) hizmet birimleri varsa, bunlar için bağımsız havalandırma santral ve tesisatları yapılması kaçınılmaz olur. Hol santralından daha küçük kapasitede olan bu tip kullanım yerlerinin santrallerinin, merkezi santral odası yerine, ilgili mekana yakın bir yerde oluşturulmuş ayrı bir hacme konulmaları daha pratik çözüm getirir.

Santral debi ve sayıları yaklaşık olarak avan proje aşamasında belirlenmeli, kanal kesitleri hesaplanmalı ve santral odası büyüklüğü saptanmalıdır. Oda 'net yüksekliği' incelenmeli, gerekiyorsa bu kısım için zemin suyu kontrol edilerek düşük döşeme uygulaması yapılmalıdır.

Havuz holündeki nemin çevredeki bölümlere geçmesini önlemek için hol havasının basıncı negatif olarak tutulmalıdır.

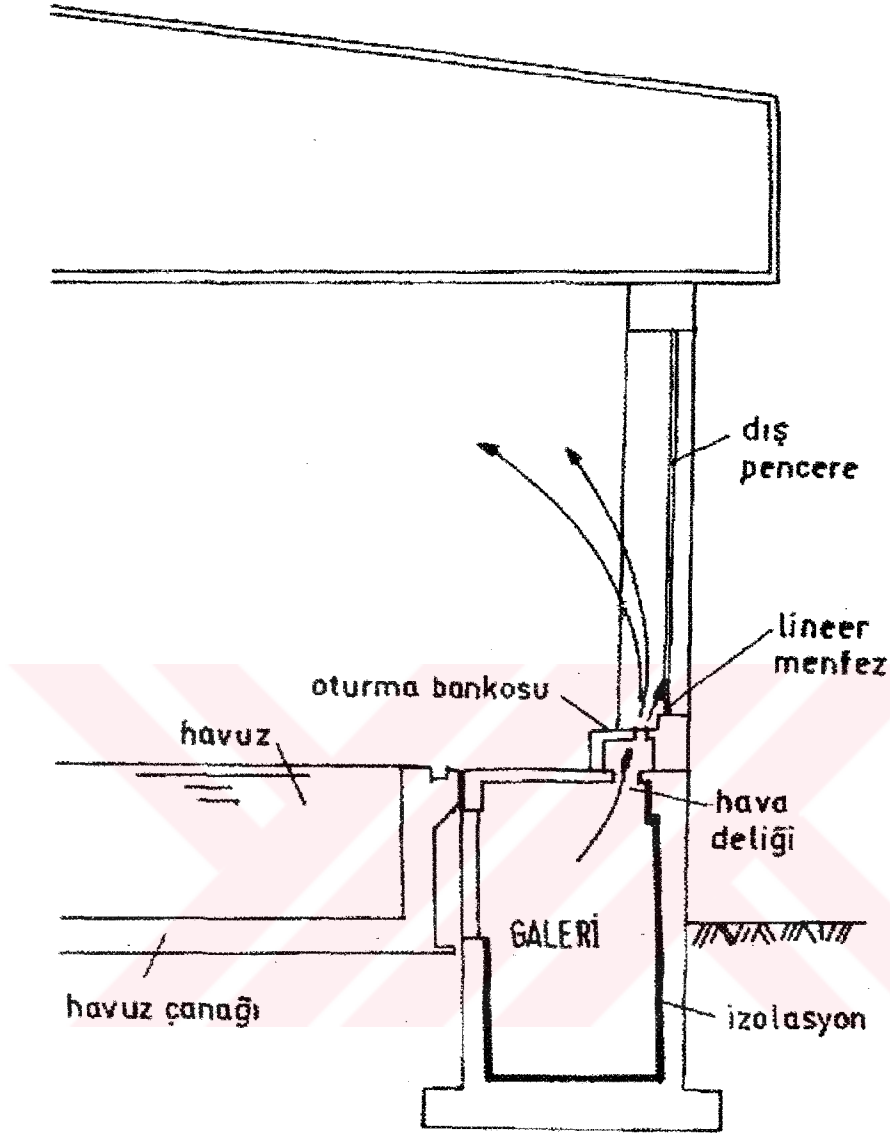
Üfleme Kanalları : Holün yapısında ısı izolasyonunun en zayıf olduğu malzeme pencerelerdir. Kışın sıcak olan üfleme havası dış pencerelerin üzerine doğru üflenerek buralardaki muhtemel yoğuşma olayları önlenmiş olur. Büyük havuzlarda güney cephesindeki pencerelerin alt kısımlarına, genellikle sporcular için boydan boya kargir 'dinlenme bankosu' yapılır. Bu bankonun eni 15-20 cm kadar geniş tutularak, betonarme kolonlar arasında pencerenin hemen yakınına ve pencere boyu uzunluğunca 'lineer tip'

üfleme menfezleri konulur. Bu menfezler özel profillerden yapılmıştır; üstten gelecek yüklere dayanıklıdır, 60 ila 70 derecelik açılar ile yerleştirilmiş sabit kanatlarıyla pencereye doğru 3 m/s hız ile üfleme yaparlar. Bu bankoların oturulan üst yüzeyi döşeme kaloriferi tesisatı ile ısıtılır. Bankonun iç kısmında bulunan boşluk, bu boşluğa birkaç noktadan bransman kanallarla basılan havanın yayılarak lineer çıkış formuna geçişini sağlar (Şekil 3.13)

Bazı eğlence havuzlarında, yüzücülerin havuzdayken dışarıyı seyredebilmeleri için banko yapılmaz ve pencereler zemine sıfır mesafeye kadar indirilir. Bu durumda üfleme, aynı fonksiyonları sağlayacak şekilde zemine oturtulmuş lineer menfezlerle yapılır (Şekil 3.14). Menfez boyları, aralarında taşıyıcı beton atkılar bulunacağı için daha kısa olur.

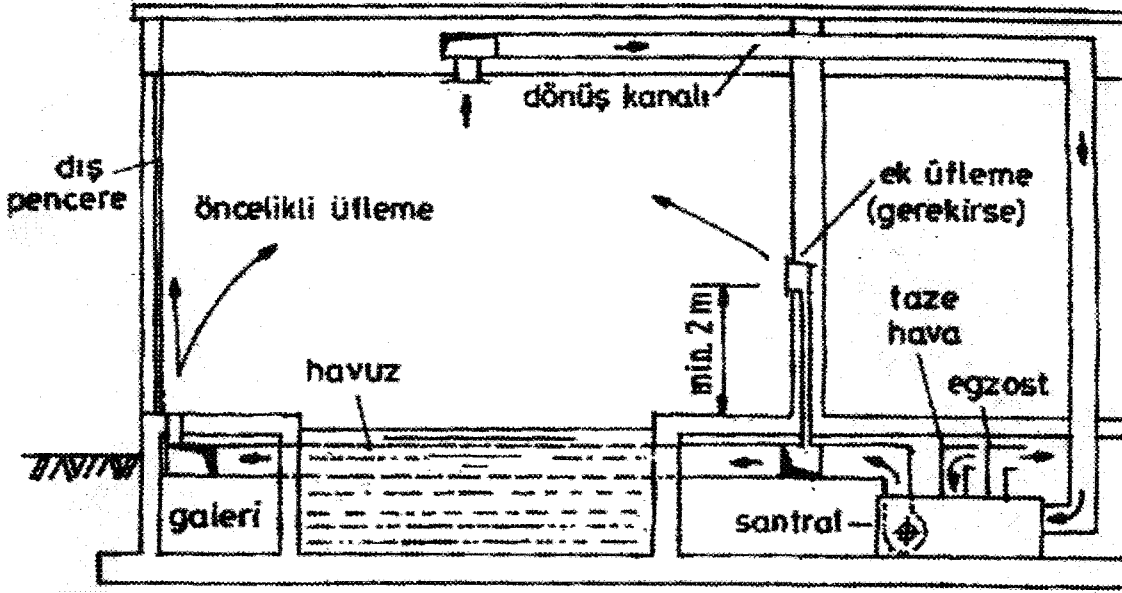
Yukarıda anlatılan her iki üfleme şeklinde menfezler, alt kat tavanından geçen ana kanaldan beslenir. Alt katta havuz çanağı bulunmaktadır. Çanağın dört bir yüzeyini çevreleyen PVC havuz suyu tesisatı için bırakılmış bir 'galeri' boşluğu vardır ve ana üfleme kanalı buradan geçirilir. Çanak yüzeylerinden biri makine dairesine bakıyorsa bu kısımda galeri oluşturulmamış olabilir, ancak en az üç yüzeyde ve 'U' formunda bir galeri mevcuttur. Galeri boşluğunun her iki ağzı, üzerinde servis kapıları bulunan ısı izolasyonlu perdeler ile örtülerek, galeri boşluğunun bizzat kendisi üfleme kanalı olarak kullanılabilir. Bu durumda galerinin zemini ve dış duvarlarına ısı izolasyonu yapılmalıdır. Ayrıca galeri yüksekliği havuz çanağının yüksekliğinden fazla ise, yani çanak altında toprak dolgu varsa, bu dolguyu taşıyan betonarme perdelerde izole edilmelidir. Havuz çanağı yan perdelerinin ve galeri tavanının (tavanın üzeri havuz çevresi gezinme mahalidir) ısı izolasyonuna gerek yoktur (Şekil 3.13). Böyle bir uygulama ile ;

- a- Galeride kanal olmayacağı için tüm boşluklar rahatça kullanılabilir, havuz çanağının ve PVC boru hatlarının bakımı kolaylaşır. Galeriden üflenen havanın basıncı 50-100 Pa civarında olacağından serviste sıkıntı yaratmayacaktır.
- b- Yatırım maliyeti düşer; hava kanalı ve kanal izolasyonuna göre, dış yüzeylerin inşaat aşamasındaki izolasyonları daha ucuzdur.
- c- Hava geçişi galerinin tüm kesitinden olacağı için hava hızı ve akış direnci azalır, vantilatör motoru elektrik sarfiyatından ömür boyu tasarruf sağlanır.
- d- Yapının 'izolasyonlu dış yüzey' miktarı artırılmış olur, enerji tasarrufu sağlanır.



Şekil 3.13 Galeriden hava üflenmesi, (İşbilen, 1999)

Hale üflenecek hava, camlardaki buğulanmayı önlemek amacıyla öncelikle dış pencereler arasında paylaşılmalıdır. Bunlardan artan hava, havuz çevresinin diğer uç noktalarından tesirli bir süpürmeyi sağlayacak şekilde üflenmelidir.

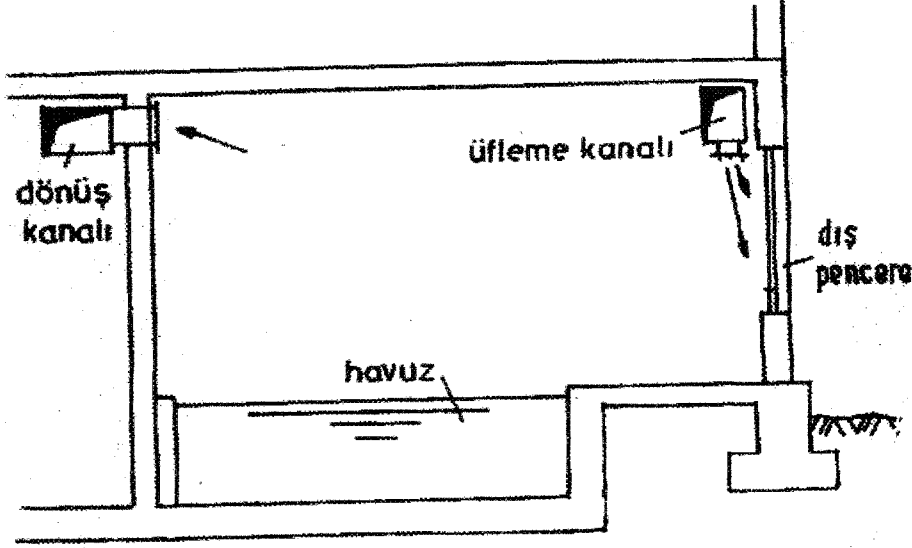


Şekil 3.14 Döşeme seviyesinden ve üst seviyeden üfleme, (Isısan, 1999)

Orta büyüklükteki ve özel küçük havuzlarda özellikle havuz holü genel bir yapının bir bölümünü teşkil ediyorsa, düzgün bir dış cephe ve dış pencere yapısı olmayabilir, ayrıca su tesisatı bir veya iki yan yüzden işlendiği için galeri bulunmayabilir. Bu durumda üfleme kanalları iç hacim tavanından geçirilir ve dış pencerelere doğru olan üfleme, pencere üzerinden aşağı doğru yapılabilir. Dikkat edilmesi gereken konu, üfleme açısı cama doğru olmak kaydı ile üfleme menfezi pencereden en fazla 25 cm uzaklıkta bulunmalı ve min üfleme hızı 4 m/s olmalıdır (Şekil 3.15). Pencerelerin haricinde hole doğru doğrudan üfleme yapılacaksa, üfleme havasının yüzücüleri rahatsız etmemesi için, menfezler yerden 2 - 2,5 m kadar yükseğe yerleştirilir (Şekil 3.14)

Havuz holünde şayet bir seyirci tribünü varsa, burada oturacak giyimli insanlara hol hava şartları ağır geleceğinden, bu kısım için ayrı bir klima santrali tesis edilmeli veya tesisat ısı pompası sistemi ile yapılıyorsa ayrı bir üfleme zonu tesis edilmelidir. Ayrı bir zon yapılması halinde, bu hattın başlangıcına konulacak kanal tipi bir soğutucu ile seyircilere verilen hava 6 – 8 °C kadar soğutulmalıdır. Bu soğutucu, tribün kısmının ortalarında bulunan bir termostat ile kontrol edilmelidir. Tesirli bir rahatlatma için, tribünün uzun kenarı boyunca ve tribün arka sınırından itibaren üflene hava, bütün seyirci kitlesini taradıktan sonra toplayıcı kanala ulaşmalıdır. Ayrı bir santral kullanılması halinde bu

bölümün dönüş havası da ana tesisattan ayrı bir kanal ile toplanmalı ve bu kanal tribün ile havuz arasındaki bölgeye yerleştirilmelidir.



Şekil 3.15 Pencerelere üstten üfleme, (İşbilen, 1999)

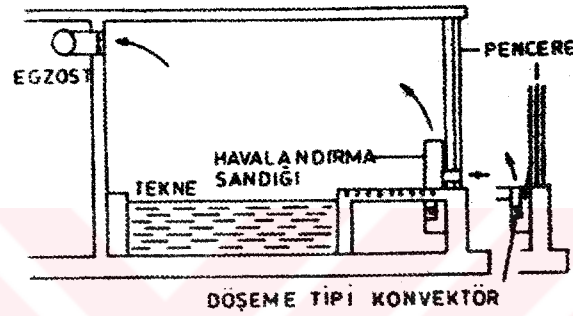
Dönüş Kanalları : Havuz havasındaki yüksek nemin, kimyasal buharlarının ve klor kokusunun çevredeki bölümlerde rahatsızlık yaratmaması için, hol hava basıncının mümkünse 15 – 30 Pa kadar negatif olması istenir. Bu nedenle dönüş havası, üfleme havası debisinden % 5 civarında daha yüksek seçilmelidir.

Holden emilecek havanın en uygun toplama noktaları, havuz su yüzeyinin mümkün olduğu kadar üst ve orta kısımları olacaktır. Bu şekilde havuzun bir veya birkaç yan kenarı boyunca üflene hava, havuzdan çıkan su buharını da alarak yükselecek ve hacmi terk edecektir. Havuzun üstündeki emiş kanalı uzun kenara paralel tek bir ana kanal şeklinde olabileceği gibi, dar kenara paralel birkaç branşman kanal şeklinde de yapılabilir. Büyük havuzlarda tavandaki kanallar (son kesitleri 2 –3 m² ye kadar büyüyebilir) kargir bir veya birkaç düşey baca ile bodrum kattaki klima santralına ulaştırılır.

Hava kanallarının ve tüm menfezlerin, nemli havanın korozif özelliğinden etkilenmemesi için dayanıklı malzemeden yapılması (alüminyum, galvanizli sac gibi) gereklidir.

3.10 Özel Yüzme Havuzları

Özel havuzların havalandırılmasında prensip olarak büyük havuzlardaki koşullar aranır. Çok ufak tiplerde, kısa kullanım süresi sebebiyle, $10\text{.....}15 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ 'lik hava miktarı sağlayan ve nem sensörleri tarafından havalandırma sistemiyle aynı anda devreye sokulan bir hava kurutucu yeterli olmaktadır. Isıtma lokal olarak yapılır. (Şekil 3.16) Daha büyük havuzlarda (Otel havuzları vb) ise içeri verilen taze havanın sıcaklığının otomatik olarak kontrol edildiği, hem emiş hem de üfleme için vantilatörlerin kullanıldığı sistemler kullanılır.



Şekil 3.16 Özel havuzun havalandırılması, (Isısan, 1999)

3.11 Proje Şartları

Çeşitli normlarda verilen değerler, aşağı yukarı birbirinin aynısıdır. Bunlara göre;

Havuz suyu sıcaklığı:	eğlence - sportif	: 24-28 °C
	yarışma	: 22-24 °C
	çocuk havuzu	: 32 °C
	tedavi amaçlı	: 30-35 °C
Hava Sıcaklıkları:	havuz holü	: su sıcaklığından 2-3 °C daha yüksek (24-30 °C)
	soyunma, duş, wc	: 25 °C
	diğer mahaller	: 22 °C
	üfleme havası	: max 45 °C
Taze Hava Miktarları :	havuz ve çevresi	: $10 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (havuz yüzeyi)
	seyirciler (varsa)	: $25 \text{ m}^3/\text{h.kişi}$
	wc	: $100 \text{ m}^3/\text{h.ad-armatür}$ (wc ve pisuvar)
Sirküle Hava Miktarları :	giriş+soyunma odaları:	$20 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

	elbise dolapları	: 15 m ³ /h.m ²
	işletici odası, depolar	: 25 m ³ /h.m ²
	duş	: 220 m ³
Hava Değişimi :	havuz holü	: 4-6 defa/h
	elbise dolap odaları	: 15 m ³ /h.m ²
	işletici odası, depolar	: 25 m ³ /h.m ²
	duş	: max 30 defa/h
Max Zemin Sıcaklıkları :	oturma bankosu	: 40 °C
	havuz çevresi, duş	: 26 °C
Ses Seviyesi :	NC 45-50	
Hava Filtreleri :	EU 5 (Ashrae % 45-60)	
Hava Nemi :	kış mevsimi	: % 50-60
	yaz mevsimi	: mutlak dış nem + Δx ; max % 60 r.n. kaydı ile

Hava nemi ile ilgili olarak; VDI normunda rölatif nem değeri verilmemekte, bunun yanı sıra hava basıncının insanların rahatı için üst sınır olan 22,7 mbar değerini aşmaması tavsiye edilmektedir. Bu basınç değeri, $x = 14,3$ g/kg mutlak nem seviyesinde oluşmaktadır. Aynı norm, hole sevk edilecek havanın 9 g/kg mutlak nem seviyesinde olsa dahi, içeride aynı mutlak nem (14,3 gr/kg) değerini aşmadan kuruluşu sağlayacak kadar yeterli miktarda olmasını istemektedir. Kaynaklar incelendiğinde, Almanya'nın tüm bölgelerinde kış ve yaz mevsimi dış hava şartlarının birbirine çok benzediği ve yaz mevsiminde ortalama mutlak nemin 10-12 g/kg (16-19 mbar basınç) arasında değiştiği görülmektedir. Böyle bir iklimde, 9 g/kg üfleme havası ile 14,3 g/kg değerindeki ($\Delta x = 5,3$ g/kg) iç hava şartlarını elde etmek, yaz mevsiminde bir çok zamanlarda mümkün olabilecektir. Oysa ki, yurdumuzun bazı bölgelerindeki yaz mevsimi mutlak nem değerleri, VDI normunun öngördüğü iç hava nem seviyesinin bile üzerindedir : İstanbul ve Bursa 15,1 g/kg, Adana : 16,4 g/kg , Trabzon : 17,7 g/kg , Antalya : 19,5 g/kg ve Mersin : 23,1 g/kg.

Diğer taraftan bir çok literatürde kış mevsimi için kapalı havuz holünde izin verilen; 30 °C' ye kadar iç sıcaklık ve % 60' a kadar iç nem oranı değerlerine ulaşıldığında, 16 g/kg mutlak nem ve bu nemin sonucu 25,7 mbar iç basınç oluşturmaktadır ki, bu değerler VDI' nin 14,3 g/kg mutlak nem ve 22,7 mbar hava basıncı değerindeki iç şart sınırını geçmektedir.

Yurdumuzun iklim şartları dikkate alınarak; dış hava ile nem giderme sisteminde çalışan tesisatların yaz mevsimi çalışmaları için; dış havanın 9 g/kg mutlak neme kadar olduğu bölgelerde 15 g/kg iç nemin kabulü, dış havadaki her bir ilave 1 g/kg nem değeri artışı için iç hava neminin 0,6 g/kg artmasına izin verilmesi görüşünün uygun olacağını düşünmekteyiz. Denklem ile ifade etmek gerekirse ;

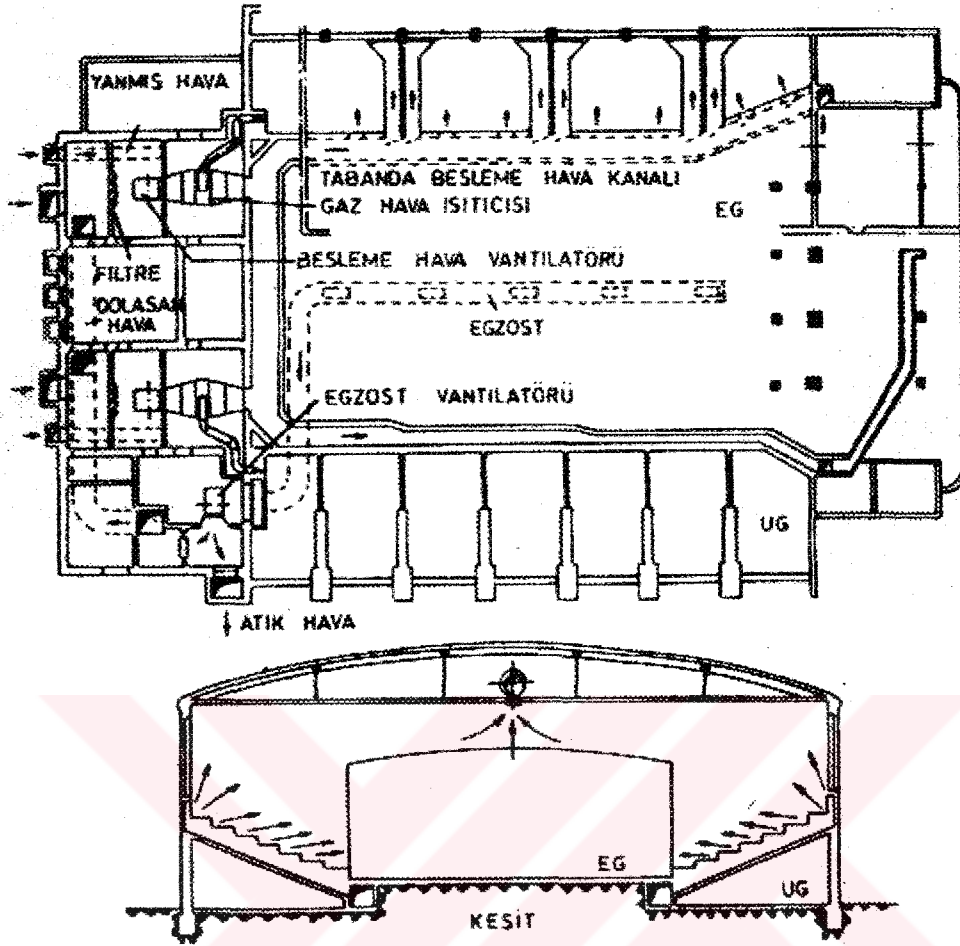
$$x_{h-max} = 0,015 + (x_d - 0,009) \times 0,6 \quad (\text{Tamer, 1998})(3.1)$$

x_h = Hol mutlak nemi (kg/kg)

x_d = Dış hava mutlak nemi (kg/kg)

Yaz mevsimine göre yapılacak hesabın kış mevsimine uygunluğu kontrol edilmelidir.

Isı pompası ile yapılacak tesisatlarda içerideki nemsizleştirme işleminde dış havanın hiçbir katkısı olmadığı için, yaz mevsiminde de düşük bir mutlak iç nem temini mümkün olmaktadır.



Şekil 3.17 Kapalı yüzme havuzu salonunda ısıtma ve havalandırma, (Isısan, 1999)

3.12 Buharlaşma Miktarının Hesabı

Bir su yüzeyinden buharlaşan suyun birim zamandaki miktarı, su yüzeyindeki film tabakasının basıncı ile ortam havası basıncının farkına göre değişir. Buharlaşma miktarda bu fark ile doğru orantılı olarak artar. Yüzme havuzlarındaki buharlaşma miktarında ise, ayrıca su yüzeyindeki dalgalanmaların da etkisi vardır. Havuzlardaki buharlaşma olayını, çeşitli kaynaklardan izleyelim :

3.12.1 Örnek 1

Su yüzeyi $A_b = 1250 \text{ m}^2$ ($50 \text{ m} \cdot 25 \text{ m}$), su sıcaklığı $t_s = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, hava şartları $t_h = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_h = \% 70$ nem olan ve 'aşırı işletme' etkinliğinde çalışan İstanbul da bulunan kapalı olimpik bir havuz holündeki buharlaşan su miktarının bulunması :

3.12.1.1 VDI 2089 Normuna göre

$$W = A_b \cdot \varepsilon \cdot (P_s - P_h) \quad (3.2)$$

W = Buharlaşan su miktarı (kg/h)

A_b = Su yüzeyi (m^2)

ε = Toplam buharlaşma sayısı ($g/h.m^2.mbar$)

P_s = Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki basıncı (mbar)

P_h = Hol havasının basıncı (mbar)

Norm, buharlaşma katsayısı için üç ayrı kullanım etkinliğine göre değer vermektedir :

Düşük işletme $\varepsilon = 13 \text{ g/h.m}^2.mbar$ (özel havuzlar, otel havuzları)

Orta işletme $\varepsilon = 28 \text{ g/h.m}^2.mbar$ (normal kullanımlı havuzlar)

Aşırı işletme $\varepsilon = 35 \text{ g/h.m}^2.mbar$ (yapay dalgalandırılmış özel yarışma veya eğitim havuzları)

$\varepsilon = 35 \text{ g/h.m}^2.mbar$

$P_s = 35,751 \text{ mbar}$, ($YT = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ ' deki) (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

$P_h = 25,026 \text{ mbar}$ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

$W = 1250 \cdot 35 \cdot (35,751 - 25,026) = 469218,75 \text{ g/h} = 469,2187 \text{ kg/h}$ (3.2'den)

Birim yüzeyden buharlaşan su miktarı : $w = 0,3753 \text{ kg/h.m}^2$

(İşbilen, 1999)

3.12.1.2 Recknagel'e göre

$$w = \sigma \cdot (x_s - x_h) \quad (3.3)$$

w = Birim yüzeyden buharlaşan su miktarı ($kg/h.m^2$)

σ = Buharlaşma sayısı [$kg/h.m^2.(kg/kg)$]

x_s = Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki mutlak nemi (kg/kg)

x_h = Hol havasının mutlak nemi (kg/kg)

$$\sigma = 25 + 19 \cdot V \quad (3.4)$$

V = Havuzdaki kullanım etkinliğine bağlı olarak, su yüzeyi üzerindeki 'hava hızı'nı belirtmektedir ve aşağıdaki değerlerin alınması tavsiye edilmektedir :

Özel havuzlar $V = 0,1 \text{ m/s}$ veya $V = 0,3 \text{ m/s}$

Genel havuzlar $V = 0,5 \text{ m/s}$

$V = 0,5 \text{ m/s}$

(3.4) nolu eşitlikten $\sigma = 25 + (19 \cdot 0,5) = 34,5 \text{ kg/h.m}^2 \cdot (\text{kg/kg})$

$x_s = 0,022746 \text{ kg/kg}$, ($YT = 27 \text{ }^\circ\text{C}$) (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

$x_h = 0,018835 \text{ kg/kg}$ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

$w = \sigma \cdot (x_s - x_h) = 34,5 \cdot (0,022746 - 0,018835) = 0,1349 \text{ kg/h.m}^2$ (3.2'den)

1250 m² havuz alanı için toplam miktar ; $W = 1250 \cdot 0,1349 = 168,6618 \text{ kg/h}$ olarak bulunur. (3.5)

(İşbilen, 1999)

3.12.1.3 Temel kütle transferi denklemleri ile

NOT= Rüzgar yok, Re sayısı yok, doğal taşınım ile ilgili içinde Gr sayısı olan bir bağıntı bulunmalı.

$$\text{Gr.Pr} < 10^9 \Rightarrow \text{Nu} = 0,59 \cdot (\text{Gr.Pr})^{1/4} \quad \text{Laminar} \quad (3.6)$$

$$\text{Gr.Pr} > 10^9 \Rightarrow \text{Nu} = 0,13 \cdot (\text{Gr.Pr})^{1/3} \quad \text{Türbilanslı} \quad (3.7)$$

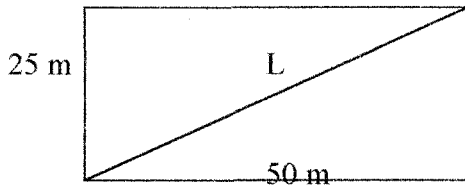
$$\text{Gr} = \frac{\rho^2 \cdot g \cdot L^3 \cdot \beta \cdot (T_\infty - T_0)}{\mu^2}, \quad \nu = \frac{\rho}{\mu}, \quad \text{Pr} = \frac{\nu}{\alpha} \quad (3.8)$$

$$\nu_F = \frac{\nu_{30^\circ} + \nu_{27^\circ}}{2} = \frac{(15,761 + 16,04) \cdot 10^{-6}}{2} = 15,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (3.9)$$

$$\alpha_F = \frac{\alpha_{30^\circ} + \alpha_{27^\circ}}{2} = \frac{(22,275 + 22,65) \cdot 10^{-6}}{2} = 22,462 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (3.10)$$

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{15,9 \cdot 10^{-6}}{22,462 \cdot 10^{-6}} = 0,707, \quad \rho_F = \frac{\rho_{30^\circ} + \rho_{27^\circ}}{2} = \frac{1,165 + 1,177}{2} = 1,171 \text{ kg/m}^3 \quad (3.11)$$

$$\beta = \frac{1}{T_F} = \frac{1}{[273 + (\frac{30 + 27}{2})]} = 3,316 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K} \quad (3.12)$$



L = Karakteristik uzunluk
(köşegen alındı)

$$L = \sqrt{50^2 + 25^2} = 55,901 \text{ m} \quad (3.13)$$

$$\text{Gr} = \frac{9,81 \times 55,901^3 \times 3,316 \times 10^{-3} \times (30 - 27)}{(15,9 \times 10^{-6})^2} = 6,743 \times 10^{13} \quad (3.8'den)$$

$$\text{Gr.Pr} = 6,743 \cdot 10^{13} \cdot 0,707 = 4,767 \cdot 10^{13} > 10^9 \quad \Rightarrow \quad \text{Nu} = 0,13 \cdot (\text{Gr.Pr})^{1/3} \quad (3.7' \text{den})$$

$$\text{Sh} = 0,13 \cdot (\text{Gr}_{AB} \cdot \text{Sc})^{1/3} = \frac{h' \cdot L}{D_{AB}} \quad \text{Türbilanslı} \quad (3.14)$$

$$\text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}) \quad \Rightarrow \quad \text{Sh} = f(\text{Re}, \text{Sc})$$

$$\text{Gr}_{AB} = \frac{g \cdot L^3 \cdot (\rho_0 - \rho_\infty)}{\nu^2 \cdot \rho_F}, \quad \text{Sc} = \frac{\nu}{D_{AB}} \quad (3.15), (3.16)$$

$$T_F = [273 + (\frac{30+27}{2})] = 301,5 \text{ K'deki hava-su çifti difüzyon katsayısı (} D_{AB} \text{) hesabı} \quad (3.17)$$

3.12.1.3.1 Chapman-Enskog

$$D_{AB} = \frac{0,001858 \times T^{3/2} \times (\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B})^{1/2}}{P \times \sigma_{AB}^2 \times \Omega_D} \quad (3.18)$$

$$T_F = \text{Film sıcaklığı (K)} = 301,5 \text{ K} \quad , \quad M = \text{Molekül ağırlığı (g/kg)}$$

$$M_{\text{Hava}} = 28,97 \text{ g/mol} \quad , \quad M_{\text{Su}} = 18 \text{ gr/mol}$$

$$P = \text{Basınç (atm)} = 1 \text{ atm kabul edildi.} \quad , \quad \varepsilon = \text{Enerji ile ilgili parametre}$$

σ = Çarpışma kesiti ile ilgili parametre

$$\sigma_A = 3,711 \quad \varepsilon_{Ak} = 78,6 \text{ K} \quad \rightarrow \text{Hava için (Tablo 3.5'den)}$$

$$\sigma_B = 2,641 \quad \varepsilon_{Bk} = 809,1 \text{ K} \quad \rightarrow \text{Su için (Tablo 3.5'den)}$$

$$\sigma_{AB} = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} = \frac{3,711 + 2,641}{2} = 3,176 \quad (3.19)$$

$$\frac{\varepsilon_{AB}}{k} = \sqrt{(\frac{\varepsilon_A}{k} \times \frac{\varepsilon_B}{k})} = \sqrt{78,6 \times 809,1} = 252,181 \quad (3.20)$$

$$\frac{k}{\varepsilon_{AB}} \times T_F = \frac{1}{252,181} \times 301,5 = 1,195 \text{ değeri için Tablo 3.5'den } \Omega = 3,718 \quad (3.21)$$

$$D_{AB} = 0,001858 \cdot \frac{(301,5)^{3/2} \times (\frac{1}{28,97} + \frac{1}{18})^{1/2}}{1 \times (3,176)^2 \times 3,718} = 0,0778 \text{ cm}^2/\text{s} \text{ hava-su için (3.22),(3.23)}$$

$$\text{Sh} = \frac{h^\circ \times 55,901}{0,0778 \times 10^{-4} \times 3600} = 0,13 \times \left[\frac{9,81 \times (55,901)^3 \times (1,177 - 1,165)}{15,9 \times 10^{-6} \times 0,0778 \times 10^{-4} \times 1,171} \right]^{1/3} \Rightarrow h' = 3,397 \text{ m/h}$$

$$m' = h' \cdot \rho_F \cdot (X_0 - X_\infty) \quad (3.24), \quad X = 0,622 \times \frac{\varphi \times P_s}{P_T - \varphi \times P_s} \quad ($$

3.25)

Yüzey 27 °C' de $\varphi_0 = \% 100$ için $P_s = 0,03551$ bar (Yüzeyde doyma durumu)

Ortam 30 °C' de $\varphi_\infty = \% 70$ için $P_s = 0,029786$ bar

$$(3.25) \text{ nolu eşitlikten } X_0 = 0,622 \times \frac{1 \times 0,03551}{1 - 1 \times 0,03551} = 0,0229 \text{ kgsu/kgkh}$$

$$(3.25) \text{ nolu eşitlikten } X_\infty = 0,622 \times \frac{0,7 \times 0,029786}{1 - 0,7 \times 0,029786} = 0,01324 \text{ kgsu/kgkh}$$

$$(3.24) \text{ nolu eşitlikten } m' = 3,149 \cdot 1,171 \cdot (0,029 - 0,01324) = 0,05811 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$m_T' = 0,05811 \cdot 25 \cdot 50 = 72,6375 \text{ kg/h} \quad (3.26)$$

(Chapman, 1951)

3.12.1.3.2 Reid ve Sherwood

$$D_{AB} = \frac{k \times T^{3/2} \times \left[\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right]^{1/2}}{P \times S_{ORT}} \quad k = \text{Boltzman sabiti} = 0,138 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (3.27)$$

$$D_{AB} = \frac{0,138 \times 301,5^{3/2} \times \left[\frac{1}{28,97} + \frac{1}{18} \right]^{1/2}}{1 \times 25 \times 50} = 0,173 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$h' = 5,7886 \text{ m/h} \quad , \quad m' = 0,0262 \text{ kg/hm}^2 \quad , \quad m_T' = 32,75 \text{ kg/h}$$

(Reid ve Sherwood, 1958)

3.12.1.3.3 Fuller

$$D_{AB} = \frac{0,001 \times T^{1,75} \times \left[\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right]^{1/2}}{P \times \left[(\Sigma V_A)^{1/3} + (\Sigma V_B)^{1/3} \right]^2} \quad (3.28)$$

$\Sigma V_A, \Sigma V_B = \text{Atomik difüzyon hacimleri}$

$\Sigma V_{HAVA} = 29,9 \text{ cm}^3/\text{g-mol}$, $\Sigma V_{SU} = 18,8 \text{ cm}^3/\text{g-mol}$ → Tablo 3.4 den

$$D_{AB} = \frac{0,001 \times 301,5^{1,75} \times \left[\frac{1}{28,97} + \frac{1}{18} \right]^{1/2}}{1 \times [29,9^{1/3} + 18,8^{1/3}]^2} = 0,197 \text{ cm}^2/\text{s} \quad (3.29)$$

$h' = 6,3123 \text{ m/h}$, $m' = 0,0286 \text{ kg/hm}^2$, $m_T' = 49,045 \text{ kg/h}$
(Sherwood, 1975)

3.12.1.3.4 Gilliland

$$D_{AB} = \frac{0,0043 \times T^{3/2} \times \left[\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right]^{1/2}}{P \times [(\Sigma V_A)^{1/3} + (\Sigma V_B)^{1/3}]^2} \quad (3.30)$$

$D_{AB} = 0,203 \text{ cm}^2/\text{s}$, $h' = 6,4398 \text{ m/h}$, $m' = 0,0291 \text{ kg/hm}^2$, $m_T' = 36,375 \text{ kg/h}$
(Sherwood, 1975)

3.12.1.3.5 Chen – Othman

$$D_{AB} = \frac{0,0150 \times T^{1,81} \times \left[\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right]^{1/2}}{P \times (T_{CA} \times T_{CB})^{0,1405} \times (V_{CA}^{0,4} + V_{CB}^{0,4})^2} \quad (3.31)$$

$V_C = \text{Kritik hacim}$, $T_C = \text{Kritik sıcaklık}$

$V_{C,HAVA} = 86,6 \text{ cm}^3/\text{g-mol}$, $T_{C,HAVA} = 132,5 \text{ K}$ → Tablo 3.6 dan

Su için Tabloda değeri olmadığı için hesap yoluyla yapılacaktır :

$$(\epsilon/k)_{SU} = 0,75 \cdot T_{C,SU} \rightarrow 809,1 = 0,75 \cdot T_{C,SU} \rightarrow T_{C,SU} = 1078,8 \text{ K} \quad (3.32)$$

$$(\sigma)_{SU} = [(5/6) \cdot V_C^{1/3}]_{SU} \rightarrow 2,641 = (5/6) \cdot V_{C,SU}^{1/3} \rightarrow V_{C,SU} = 31,83 \text{ cm}^3/\text{g-mol} \quad (3.33)$$

$$D_{AB} = \frac{0,0150 \times (301,5)^{1,81} \times \left[\frac{1}{28,97} + \frac{1}{18} \right]^{1/2}}{1 \times (132,5 \times 1078,8)^{0,1405} \times (86,6^{0,4} + 31,83^{0,4})^2} = 0,263 \text{ cm}^2/\text{s} \quad (3.31'den)$$

$h' = 7,6532 \text{ m/h}$, $m' = 0,0346 \text{ kg/hm}^2$, $m_T' = 43,25 \text{ kg/h}$

(Sherwood, 1975)

3.12.1.3.6 Stanley – Bird

$$\frac{P \times D_{AB}}{(P_{CA} \times P_{CB})^{1/3} \times (T_{CA} \times T_{CB})^{5/12} \times \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}\right)^{1/2}} = a \times \left[\frac{T}{\sqrt{T_{CA} \times T_{CB}}} \right]^b \quad (3.34)$$

Polar olmayan moleküller için $\rightarrow a = 2,745 \cdot 10^{-4}$ $b = 1,823$ (Ar, O₂, Hava, C₄H₉OH)

Su ve Polar moleküller için $\rightarrow a = 3,64 \cdot 10^{-4}$ $b = 2,334$

$P_{C,HAVA} = 36,1$ atm \rightarrow Tablo 3.3'den

$P_{C,SU} =$ Hesaplanabiliyor, bu sebeple başka bir tablo yardımıyla oran yapılacaktır.

313 K' den hava – su karışımı için $P \cdot D_{AB} = 0,288$ \rightarrow Tablo 3.3'den

301,5 K'deki hava –su karışımı için ($P_{atm} = 1$) $D_{AB} = ?$

Stanley – Bird formülü 313 K ve 301,5 K için oranlanırsa (sadeleşmeler var)

NOT = Hava polar olmayan bir moleküldür, su polar moleküller sınıfına girer, bu sebepten ötürü bu formül su-hava karışımı için uygun değildir. Ancak belli bir hata payını kabullenerek a ve b sayılarının ortalamasını alarak bir deneme yapmamız da mümkündür.

$$a = \frac{(2,745 + 3,64) \times 10^{-4}}{2} = 3,192 \times 10^{-4} \quad b = \frac{1,823 + 2,334}{2} = 2,078 \quad (3.35)$$

$$\frac{(P \times D_{AB})_{313K}}{(P \times D_{AB})_{301,5K}} = \left(\frac{T_{313}}{T_{301,5}} \right)^b \Rightarrow \frac{0,288}{1 \times D_{AB}} = \left(\frac{313}{301,5} \right)^{2,078} \Rightarrow D_{AB} = 0,266 \text{ cm}^2/\text{s} \quad (3.36)$$

$$h' = 7,7113 \text{ m/h} \quad , m' = 0,0349 \text{ kg/hm}^2 \quad , m_T' = 43,625 \text{ kg/h}$$

(Bird, 1960)

3.12.1.3.7 Tablo 3.2'den alınan D_{AB} değerine göre

$$D_{AB} = 0,09465 \text{ m}^2\text{h} \quad (T_{ORT} = (27 + 30)/2 = 28,5 \text{ }^\circ\text{C için}) \quad (3.37)$$

3.12.1.3'teki yöntemin devamı olarak , (3.15) nolu eşitlikten

$$Gr_{AB} = \frac{g \cdot L^3 \cdot (\rho_0 - \rho_\infty)}{\nu^2 \cdot \rho_F} = \frac{g \cdot L^3 \cdot (\rho_0 - \rho_\infty)}{\nu^2 \cdot \rho_F} = \frac{9,81 \cdot (55,901)^3 \cdot (1,177 - 1,165)}{(15,9 \times 10^{-6})^2 \times 1,171} = 6,94636 \cdot 10^{13}$$

$$(3.16) \text{ nolu eşitlikten } Sc = \frac{\nu}{D_{AB}} = \frac{15,9 \times 10^{-6} \times 3600}{0,09465} = 0,6047$$

(3.14) nolu eşitlikten,

$$0,13 \cdot (6,94636 \cdot 10^{13} \cdot 0,6047)^{1/3} = \frac{h' \cdot 25}{0,09465} \Rightarrow h' = 17,1089 \text{ m/h}$$

$$m' = h' \cdot \rho_F \cdot (X_0 - X_\infty) = 17,1089 \cdot 1,171 \cdot (0,029 - 0,01324) = 0,3157 \text{ kg/hm}^2 \text{ (3.24'den)}$$

$$m_T = 0,3157 \cdot 1250 = 397,68 \text{ kg/h} \quad (3.38)$$

3.12.1.4 Klasik bilinen bir yöntem ile (Isısan Klima – Havalandırma Tesisatı, 1999)

Havuz suyu sıcaklığı = 27 °C

Bu sıcaklıkta doymuş havanın özgül nemi = $X_S = 0,022746 \text{ kg/kg}$ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

Havuz mahalli sıcaklığı ve bağıl nemi = 30°C , % 70

Havuz mahalli özgül nemi = $X_R = 18,835 \text{ g/kg}$ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)

Havuz buharlaşma katsayısı = $J = 20 \text{ kg/m}^2\text{h}$ → Çizelge 3.1'den (periyodik dalgalı kapalı havuz için)

Üfleme havasının yoğunluğu = $\rho_A = 1,1656 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Havuz su yüzeyi alanı} = A = 50 \cdot 25 = 1250 \text{ m}^2 \text{ (Kapalı Olimpik Havuz)} \quad (3.39)$$

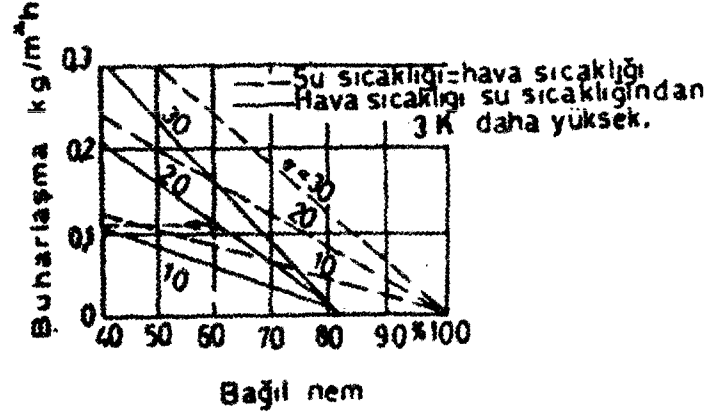
$$\text{Havuz su yüzeyinden gelen nem miktarı} = w = J \cdot (X_S - X_R) \quad (3.40)$$

$$w = 20 \cdot (0,0227 - 0,018835) = 0,0773 \text{ kg/hm}^2$$

$$W = w \cdot A = 0,0773 \cdot 1250 = 96,625 \text{ kg/h} \quad (3.41)$$

Çizelge 3.1 Havuzlarda gerekli dış hava debisi (m^3/hm^2)

Havuz Tipi	Özel Havuz	Kapalı Yüzme Havuzu	Dalgalı Havuz
Buharlaşma Katsayısı, J ($\text{kg/m}^2\text{h}$)	10	20	30
Dış Hava Debisi ($\text{m}^3/\text{h.m}^2$)			
Yaz	15	31	46
Kış	6,3	15	20



Şekil 3.18 Yüzme havuzlarında 24 – 26 °C su sıcaklığı halinde buharlaşma miktarı

3.12.1.5 Endüstriyel klima dersi notlarından

Çizelge 3.2 Sıcaklığa göre difüzyon katsayıları

Sıcaklık	Doyma Derecesi	α (m ² /h)	D (m ² /h)	α / D
10	0	0,0716	0,084	0,855
	1	0,0715	0,084	0,854
16	0	0,0743	0,087	0,854
	1	0,0741	0,087	0,852
20	0	0,077	0,0903	0,853
	1	0,0768	0,0903	0,85
27	0	0,0798	0,0936	0,852
	1	0,0794	0,0936	0,848
32	0	0,0825	0,0971	0,851
	1	0,0824	0,0971	0,846
38	0	0,085	0,1	0,85
	1	0,0847	0,1	0,843

$$Le = \frac{h_c}{h_m \times C_{pa}} = \left(\frac{\alpha}{D}\right)^{1-C} \quad 1-C = 2/3 \quad \rightarrow \quad \text{Zorlamalı Konveksiyon (3.42)}$$

$$1-C = 0,48 \quad \rightarrow \quad \text{Doğal Konveksiyon}$$

Kütle transferi sudan havaya doğru, ısı transferi havadan suya doğru olur.

↑↓ $h_c = 5 \text{ kcal/m}^2\text{hC}$ alınır, $C_{pa} = 0,245 \text{ kcal/kgC}$, $\alpha/D = 0,851 \rightarrow$ Tablo 3.2'den

$$(3.42) \text{ nolu eşitlikten } \frac{5}{h_m \times 0,245} = (0,851)^{0,48} \rightarrow h_m = 22,0514 \text{ kg/hm}^2$$

$$m_w = h_m \times (W_s - W_o) = 22,0514 \times (20,753 - 18,835) \times 10^{-3} = 0,0422 \text{ kg/hm}^2 \quad (3.43)$$

$$m_{wTop} = 0,0422 \times 50 \times 25 = 52,75 \text{ kg/h} \quad (3.44)$$

Eğer ısı ve kütle transferi denklemlerini bulmak istersek:

$$Q_d = h_c \cdot (t_{30} - t_{25,5}) = 5 \cdot (30 - 25,5) = 28125 \text{ kcal/h} \quad (3.45)$$

$$Q_g = r_t \cdot m_{wTop} = 583 \cdot 52,75 = 30753,25 \text{ kcal/h} \quad (3.46)$$

(Lewis, 1922)

3.12.1.6 Ashrae'ye göre

$$W = A_b \cdot (0,0887 + 0,07815 \cdot v) / Y \cdot (P_s - P_h) \quad (3.47)$$

W = Buharlaşan su miktarı (kg/s) , A_b = Su yüzeyi (m^2)

v = Su üzerindeki hava hızı (m/s)

Y = Suyun buharlaşma gizli ısısı (kJ/kg)

P_s = Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki basıncı (kPa)

P_h = Hol havasının basıncı (kPa)

Ashrae'de hava hızı ile ilgili ayrıntılar bulunmamakta, sadece yukarıdaki formül ortalama bir (Y) değeri ve 0,05 - 0,15 m/s hava hızları için sadeleştirilerek ;

$$W = A_b \cdot (P_s - P_h) / 25000 \quad (3.48)$$

şeklini almaktadır.

$$A_b = 1250 \text{ m}^2, \quad v = 0,5 \text{ m/s}$$

$$Y = 2438,476 \text{ kJ/kg} (= 582,42 \text{ kcal/kg, ileride bulunan 3.13.1 Örnek 3 'den, suyun buharlaşma gizli ısısı)$$

$$P_s = 3,575 \text{ kPa} \text{ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)}$$

$$P_h = 2,502 \text{ kPa} \text{ (Şekil 3.20'deki psi-kart'tan)}$$

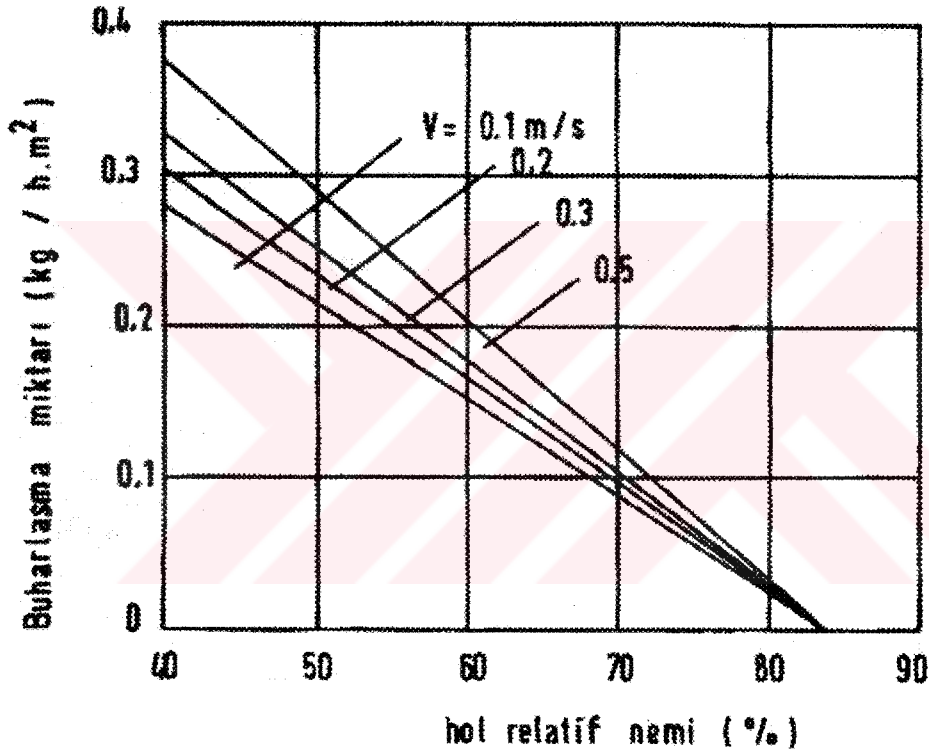
$$W = \frac{1250 \times (0,0887 + 0,07815 \times 0,5)}{2438,476 \times (3,575 - 2,502)} = 0,06104 \text{ kg/s} = 219,7557 \text{ kg/h} \text{ (3.47'den)}$$

(Genceli, 1998)

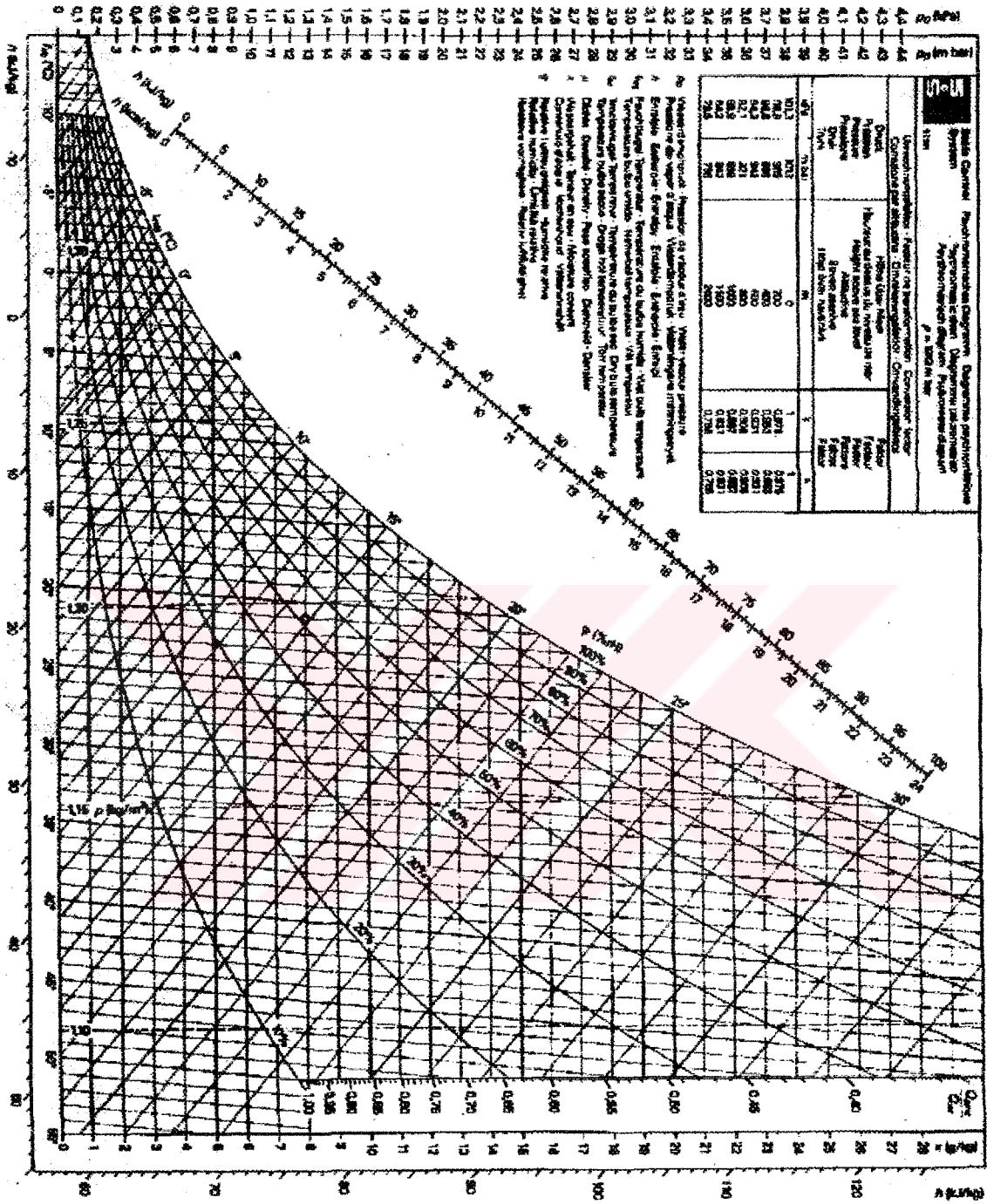
Şayet (3.47) yerine (3.48) no.lu formül kullanılsaydı, $W = 0,05365 \text{ kg/s} = 193,14 \text{ kg/h}$ bulunacaktı.

Görüldüğü gibi çeşitli kaynaklara göre farklı sonuçlar elde edilmektedir. Bu konudaki deneyimlere göre, piyasadaki mühendislerin görüşleri, VDI normundaki değerlerin biraz fazla emniyetli tutulduğu yönündedir. Daha açık olarak, Recknagel'e göre yapılacak hesap ile gerçeğe daha yakın sonuçlar alınabileceği söylenebilir.

24 °C ila 28 °C su sıcaklığı ve su sıcaklığından 3 °C daha yüksek hava sıcaklığı için geçerli ; değişik hava hızlarına ve nem oranlarına göre, Recknagel'in denklemlerine göre çizilmiş 'buharlaşma miktarları' nı gösteren diyagram aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 3.19 3 °C' lik hava-su sıcaklık farkı için buharlaşma miktarları (Recknagel'e göre)



Çizelge 3.3 Çok rastlanan gaz çiftleri için deneysel difüzyon katsayıları

Çok Rastlanan Gaz Çiftleri İçin Deneysel Difüzyon Katsayıları					
Sistem	T(K)	$D_{AB} \cdot P$	Sistem	T(K)	$D_{AB} \cdot P$
Hava-CO ₂	317.2	0.117	He-O ₂	298.0	0.729
Hava-Etanol	313.0	0.145	He-i-propanol	423.0	0.677
Hava-He	317.2	0.765	He-Su	307.1	0.902
Hava-n Hekzan	328.0	0.093	H ₂ -Aseton	298.0	0.424
Hava-n Pentan	294.0	0.071	H ₂ -NH ₃	298.0	0.783
Hava-Su	313.0	0.288	H ₂ -NH ₃	358.0	1.093
Argon-NH ₃	333	0.253	H ₂ -NH ₃	473.0	1.86
Argon-CO ₂	276.2	0.133	H ₂ -NH ₃	533	2.149
Argon-He	298.0	0.729	H ₂ -Benzen	311.3	0.404
Argon-H ₂	242.2	0.562	H ₂ -Siklohekzan	288.6	0.319
Argon-H ₂	488.0	1.76	H ₂ -Metan	288.0	0.694
Argon-H ₂	806.0	8.86	H ₂ -Azot	298	0.784
Argon-H ₂	1069.0	8.10	H ₂ -Azot	573	2.147
Argon-Metan	298.0	0.202	H ₂ -SO ₂	473	1.23
Argon-SO ₂	263.0	0.071	H ₂ -Tiyofen	302	0.400
CO ₂ -He	298.0	0.612	H ₂ -Su	328.5	1.121
CO ₂ -Azot	298.0	0.167	Metan-Su	352.3	0.356
CO ₂ -O ₂	293.2	0.153	N ₂ -NH ₃	298	0.230
CO ₂ -SO ₂	263	0.064	N ₂ -NH ₃	298	0.230
CO ₂ -Su	307.2	0.198	N ₂ -Benzen	311.3	0.102
CO ₂ -Su	352.3	0.245	N ₂ -Siklohekzan	288.6	0.0731
CO-N ₂	373	0.318	N ₂ -SO ₂	263	0.104
He-Benzen	423	0.610	N ₂ -Su	307.5	0.256
He-Etanol	423	0.821	N ₂ -Su	352.1	0.256
He-Metan	298	0.675	O ₂ -Benzen	311.3	0.101
He-Metanol	423	1.032	O ₂ -CCl ₄	296	0.0749
He-N ₂	298	0.687	O ₂ -Siklohekzan	288.6	0.0746
			O ₂ -Su	352.3	0.352

Gözenekli Katılarda Difüzyon

Madde	Gazlar	T,°K	r,A	E	
Alümina pellet	N ₂ , He, CO ₂	303	96	0.85	0.812
Taze ve rejenere edilmiş silika-alümina	H ₂ , N ₂	298	31-50	2.1	0.464
kraking katalizörü					0.447
Vykor camı	H ₂ , He, Ar, N ₂	298	30.6	5.9+	0.31
Su-Gazı Reaksiyon katalizörü	O ₂ , N ₂	298	177	2.7	0.52
Amonyak sentezi katalizörü	O ₂ , N ₂	298	203	3.8	0.52
Vykor camı	He, Ne, H ₂	292	30	5.9+	0.298
	Ar, N ₂ , O ₂	294			
	Kr, CH ₄ , C ₂ H ₆				
Vykor camı	H ₂ , He, Ar, N ₂	298	50	5.9+	0.28
Vykor camı	Ar, N ₂	298	46	5.9+	0.305
Silika-alümina	He, Ne, Ar, N ₂	273	16	0.725	0.40
kraking katalizörü		323			
Silika-alümina	He, Ne, N ₂	273	24	0.285	0.53
kraking katalizörü		323			
Vykor camı	He, CO ₂ , N ₂ , O ₂ , Ar	298	44	5.9+	0.31
Silika-alümina	Kümen	420	(24)	5.6	(0.50)
kraking katalizörü					
Nikel-Alümina	o-p-H ₂	77	(30)	1.8	(0.44)

Çizelge 3.4 Normal kaynama noktasında atomik ve molar hacimler

Normal Kaynama Noktasında Atomik ve Molar Hacimler	
Madde	Atomik hacim (cm ³ /g—mol)
C	14.8
H	3.7
O (Aşağıdakiler dışında)	7.4
İki bağlı (karbonil gibi)	7.4
İki ayrı elemente bağlı	9.1
Metil esterlerde	9.9
Metil eterlerde	9.9
Etil ester ve eterlerde	11.0
Yüksek eter ve esterlerde	12.0
Asitler de (—OH)	8.3
S, P ve N ta bağlı olanlarda	15.6
N çift bağlı	10.50
Primer aminlerde	12.0
Sekonder aminlerde	27.0
Br	24.6
Cl (RCHClR deki gibi)	21.6
Cl (RCl uç konumda)	8.7
F	37.0
I	25.6
S	27.0
P	19.0
Hg	32.0
SiO ₂	27.4
Cr	42.30
Sn	35.7
Ti	46.7 — 50.1
Pb	20.4
Zn	
Halkalar	
Etiten oksit gibi 3 lü bileşikler	— 6
4 lü bileşikler	— 8.5
5 li bileşikler	— 11.50
6 h bileşikler	— 15.0
Naftalin halkası	— 30.0
Antrasen halkası	— 47.50
Hava	29.90
O ₂	25.60
N ₂	31.20
Br ₂	53.20
Cl ₂	48.40
CO	30.70
CO ₂	34.00
COS	51.50
H ₂	14.30
H ₂ O	18.80
H ₂ S	32.90
L	71.50
NH ₃	25.80
NO	23.60
N ₂ O	36.40
SO ₂	44.80

Çizelge 3.5 Çarpışma integralleri değerleri

Atom ve Yapısal Difüzyon Hacim Birimleri					
C — 16.5	Cl — 19.5				
H — 1.98	S — 17.0				
O — 5.48	Aromatik halka — 20.2				
(N) — 5.69	Heterosiklik halka — 20.2				
Moleküller İçin Difüzyon Hacimleri Ev					
H ₂	7.07	CO	18.9		
D ₂	6.70	CO ₂	26.9		
He	2.88	N ₂ O	35.9		
N ₂	17.9	NH ₃	14.9		
O ₂	16.6	H ₂ O	12.7		
Hava	20.1	CCL ₄	114.8		
Ar	16.1	SF ₆	69.7		
Kr	22.8	Cl ₂	37.2		
(Xe)	37.9	Br ₂	67.2		
		SO ₂	41.1		

Lennard-Jones Potansiyellerinden elde edilen çarpışma entegrallerinin değeri :					
kT/ε	Ω ₀	kT/ε	Ω ₀	kT/ε	Ω ₀
0.30	2.662	1.65	1.153	4.0	0.8936
0.35	2.476	1.70	1.140	4.1	0.8788
0.40	2.318	1.75	1.128	4.2	0.8740
0.45	2.194	1.80	1.116	4.3	0.8694
0.50	2.086	1.85	1.105	4.4	0.8652
0.55	1.986	1.90	1.094	4.5	0.8610
0.60	1.877	1.95	1.084	4.6	0.8568
0.65	1.798	2.00	1.075	4.7	0.8530
0.70	1.729	2.10	1.057	4.8	0.8492
0.75	1.667	2.2	1.041	4.9	0.8456
0.80	1.612	2.3	1.026	5.0	0.8422
0.85	1.562	2.4	1.012	6.0	0.8124
0.90	1.517	2.5	0.9996	7.0	0.7896
0.95	1.476	2.6	0.9878	8.0	0.7712
1.00	1.439	2.7	0.9770	9.0	0.7556
1.05	1.406	2.8	0.9672	10.0	0.7424
1.10	1.375	2.9	0.9576	20	0.6640
1.15	1.346	3.0	0.9480	30	0.6232
1.20	1.320	3.1	0.9406	40	0.5930
1.25	1.296	3.2	0.9328	50	0.5758
1.30	1.273	3.3	0.9256	60	0.5596
1.35	1.253	3.4	0.9196	70	0.5464
1.40	1.233	3.5	0.9120	80	0.5352
1.45	1.215	3.6	0.9058	90	0.5256
1.50	1.198	3.7	0.8996	100	0.5190
1.55	1.182	3.8	0.8942	200	0.4644
1.60	1.167	3.9	0.8888	400	0.4170

25°C de Su İçindeki Bazı İyonların İletkenlikleri (S).			
Katyonlar	λ ₀	Anyonlar	λ ₀
Ag ⁺	61.9	Br ⁻	78.4
H ⁺	349.8	Cl ⁻	76.35
H ⁺	38.7	ClO ₄ ⁻	64.6
Na ⁺	50.1	ClO ₃ ⁻	67.4
K ⁺	73.5	F ⁻	55.4
NH ₄ ⁺	73.6	I ⁻	76.8
Ca ⁺⁺	69.5	NO ₃ ⁻	71.46
Cu ⁺⁺	56.6	OH ⁻	198.6
Mg ⁺⁺	63.0	CO ₃ ⁻	69.3
Zn ⁺⁺	62.6	SO ₄ ⁻	80.3

Lennard-Jones Potansiyel Parametreleri		
Molekül	σ _A	ε/k ^o K
Ar	3.542	99.3
He	2.551	10.22
Kr	3.655	178.9
Ne	2.820	32.8
Xe	4.082	206.9
Hava	3.711	78.6
Br ₂	4.296	507.9
CCl ₄	5.947	322.7
CF ₄	4.662	134.0
CHCl ₃	5.369	340.3
CH ₂ Cl ₂	4.898	356.3
CH ₃ Br	4.118	449.2
CH ₃ Cl	4.182	350.0
CH ₃ OH	3.826	481.3
CH ₄	3.758	148.6
CO	3.690	91.7
COS	4.130	336.0
CO ₂	3.941	195.2
CS ₂	4.483	467.0
C ₂ H ₂	4.033	231.8
C ₂ H ₄	4.163	224.7
C ₂ H ₆	4.443	215.7
C ₂ H ₅ OH	4.530	362.6
C ₂ H ₅ Cl	4.898	300.0
C ₂ N ₂	4.361	348.8
CH ₃ CHCH ₃	4.678	298.9
CH ₃ OCH ₃	4.307	306.0
CH ₃ CCH ₃	4.761	251.8
C ₃ H ₈	4.807	248.9
C ₃ H ₆	5.118	237.1
n-C ₃ H ₇ OH	4.549	576.7
CH ₃ COCH ₃	4.600	560.2
CH ₃ COOCH ₃	4.936	469.8
n-C ₄ H ₁₀	4.687	531.4
n-C ₄ H ₈	5.784	341.1
C(CH ₃) ₄	4.464	193.4
C ₄ H ₁₀	5.349	412.3
CH ₃ COOC ₂ H ₅	5.205	521.3
C ₄ H ₈	6.182	297.1
n-C ₄ H ₁₀	5.949	399.3
Cl ₂	4.217	316.0
F ₂	3.357	112.6
HBr	3.353	419.0
HCN	3.430	569.1
HCl	3.339	344.7
HF	3.149	330.0
HI	4.211	289.7
H ₂	2.827	59.7
H ₂ O	2.641	909.1
H ₂ O ₂	4.186	289.3
H ₂	3.823	301.1
I ₂	5.160	474.2
NH ₃	2.900	558.3
NO	3.482	116.7
NOCl	4.112	396.3
N ₂	3.798	71.4
N ₂ O	3.828	232.4
O ₂	3.461	106.7
PH ₃	3.981	251.6
SF ₆	5.128	222.1
SO ₂	4.112	835.4
SnBr ₄	6.388	563.7
UF ₆	5.967	236.8

Çizelge 3.6 Kritik değerler

INTERMOLECULAR FORCE PARAMETERS AND CRITICAL PROPERTIES

Substance	Molecular Weight M	Lennard-Jones Parameters ^a		Critical Constants ^{b,c,d}				
		σ (Å)	ϵ/k (K)	T_c (K)	P_c (atm)	V_c (cm ³ g-mole ⁻¹)	ρ_c (g cm ⁻³ sec ⁻¹) x 10 ⁶	k_c (cal sec ⁻¹ cm ⁻¹ K ⁻¹) x 10 ⁶
<i>Light elements: C₂</i>								
H ₂	2.016	2.915	33.6	33.3	12.80	65.0	34.7	—
He	4.003	2.576	10.2	5.26	2.26	57.8	25.4	—
<i>Noble gases:</i>								
Ne	20.183	2.789	35.7	44.5	26.9	41.7	156	74.2
Ar	39.944	3.415	124	151.2	48.0	75.3	264	71.0
Kr	83.80	3.896	225	204.4	54.5	92.2	346	44.4
Xe	131.3	4.055	224	284.8	58.0	118.8	440	40.2
<i>Simply polyatomic substances:</i>								
Air	28.97	3.617	97.0	132.7	36.4	86.6	193	90.5
N ₂	28.02	3.691	91.5	126.2	33.5	90.1	186	79.6
O ₂	32.00	3.433	113	154.4	49.7	74.3	250	105.3
O ₃	48.00	—	—	269	67	84.4	—	—
CO	28.01	3.540	110	133	34.5	93.1	190	56.5
CO ₂	44.01	3.446	190	304.2	73.9	64.0	343	122
NO	30.01	3.470	124	150	64	87	255	118.2
N ₂ O	44.02	3.379	220	309.7	71.7	96.3	332	131
SO ₂	64.07	4.250	212	430.7	73.8	122	411	44.6
F ₂	38.00	3.653	112	—	—	—	—	—
Cl ₂	70.91	4.115	257	417	76.1	124	420	97.0
Br ₂	159.83	4.268	322	534	102	144	—	—
I ₂	253.82	4.922	353	600	—	—	—	—

<i>Hydrocarbons:</i>								
CH ₄	16.04	3.822	137	190.7	45.8	99.3	159	158.0
C ₂ H ₆	26.04	4.221	185	309.5	61.6	113	237	—
C ₃ H ₈	28.05	4.232	201	282.4	50.0	124	215	—
C ₄ H ₁₀	30.07	4.418	235	305.4	48.2	148	210	203.0
C ₅ H ₁₂	42.08	—	—	365.0	45.5	181	237	—
C ₆ H ₁₄	44.09	5.061	254	370.8	42.0	200	238	—
n-C ₇ H ₁₆	58.12	—	—	425.2	37.5	235	239	—
i-C ₇ H ₁₆	58.12	5.341	313	408.1	38.0	263	239	—
n-C ₈ H ₁₈	72.15	5.769	345	469.8	31.3	311	238	—
n-C ₉ H ₂₀	86.17	5.909	413	507.9	29.9	368	248	—
n-C ₁₀ H ₂₂	100.20	—	—	540.2	27.0	426	254	—
n-C ₁₁ H ₂₄	114.22	7.451	325	569.4	24.6	485	259	—
n-C ₁₂ H ₂₆	128.25	—	—	595.0	22.5	543	265	—
Cyclohexane	84.16	6.093	324	533	40.0	308	284	—
C ₆ H ₆ (benzene)	78.11	5.270	440	562.6	48.6	260	312	—
<i>Other organic compounds:</i>								
CH ₃ Cl	50.49	3.375	255	416.3	65.9	143	338	—
CH ₂ Cl ₂	84.94	4.759	426	510	60	—	—	—
CHCl ₃	119.39	5.430	327	536.6	54	240	410	—
CCl ₄	153.84	5.881	327	536.4	45.0	276	413	—
C ₂ N ₂	52.04	4.38	339	400	59	—	—	—
COS	60.08	4.13	335	378	61	—	—	—
CS ₂	76.14	4.438	446	552	78	170	404	—

3.13 Buharlaşma Etkisi İle Suyun Soğuması

Bilindiği gibi, buharlaşan su çevresinden ısı çeker. Bu ısı geçişi önce suyun kendi bünyesinde oluşur ve ayrılan kısım gerekli ısını kalın kütlede alır ; sonuçta, başka yerden ısı almıyorsa kalın kütlede soğuma meydana gelir. Havuz tesisatlarında bu soğuma miktarı hesaplanır. Havuz tesisatlarında bu soğuma miktarı hesaplanır ve su sıcaklığının aynı değerde korunabilmesi için aynı miktarda ısıtma yapılır. Konu edilen bu ısı, buharlaşan su ile havaya ‘gizli ısı’ olarak geçmektedir.

Buharlaşma gizli ısı, 0 °C’ deki suyun fiziksel özellikleri baz alınarak şöyle hesaplanabilir :

$$r = (r_o + c_b \cdot t_s) - (c_s - t_s) \quad (3.49)$$

$r = (t_s)$ sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısı, kcal/kg

$r_o = 0$ °C sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısı (= 597 kcal/kg)

$c_b =$ su buharının ortalama ısınma ısı (= 0,46 kcal/kg°C)

$c_s =$ suyun ısınma ısı (= 1 kcal/kg°C)

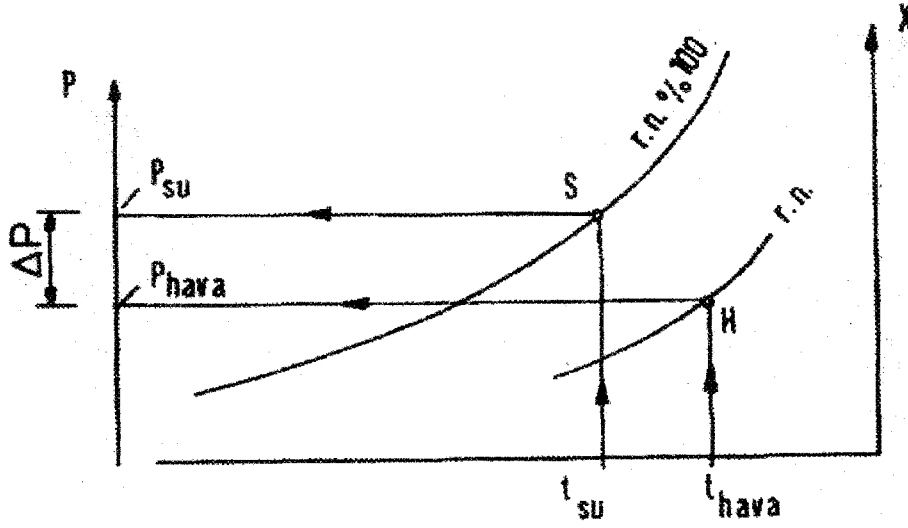
$t_s =$ buharlaşan suyun sıcaklığı (°C)

Sabit değerler denkleme yerleştirildiğinde ;

$$r = (597 + 0,46 \cdot t_s) - t_s \quad (3.50)$$

Bu gizli ısı, dış hava ile çalışan sistemlerde şayet ‘ısı ekonomizeri’ yoksa tamamen dışarıya atılır, ısı pompası sistemli klima tesisatlarında ise, evaporatörlerdeki basıncı yükselterek kompresörün soğutma ve dolayısıyla kondenzasyon kapasitesini yükseltir, sonuçta ısı pompası sisteminin COP (Coefficient Of Performance : randıman katsayısı) değeri artar.

Psikrometrik kartta, bilindiği gibi; su yüzeyi film değeri, doyma eğrisi ($\phi = \% 100$) üzerinde belirtilmektedir. Diğer bir anlatımla, ‘su sıcaklığı = YT’ sıcaklığı olarak ele alınmaktadır. Şekil 3.17 ’de, (H) şartlarında bir hava ortamında bulunan (S) şartlarındaki su yüzeyinin basınç farkı (ΔP) görülmektedir. Su yüzeyi, su sıcaklığı değerinin doyma eğrisini kestiği noktada işaretlenmiştir.

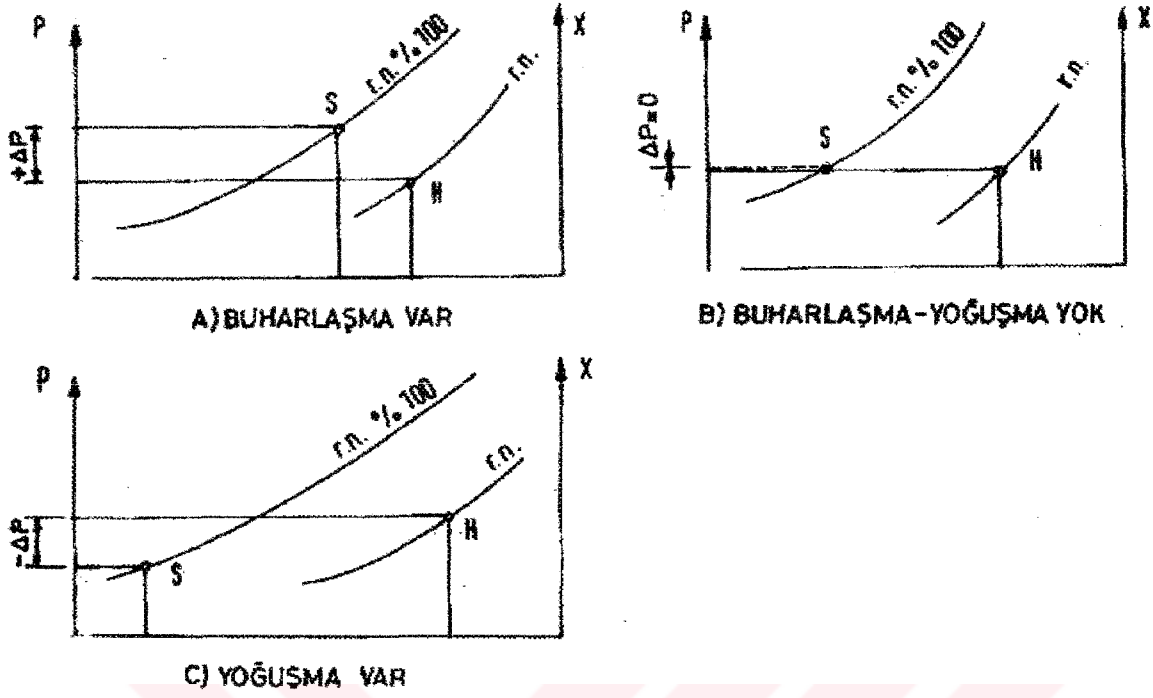


Şekil 3.21 Su yüzeyi- hava basınç farkı, (İşbilen, 1999)

Basınç farkı (ΔP) arttıkça, buharlaşan su miktarı da artacaktır. Bu farkın azalmasıyla buharlaşma azalır, fark sıfırlanıncaya buharlaşma durur; fark negatife dönüşürse bu kez hareket ters yöne çevrilir ve havadaki su buharı yoğunlaşarak suya karışır. (Bu son durumda, su yüzeyi sıcaklığının hava çiy noktası sıcaklığı altına düşmüş olduğu ve psikrometri kurallarına göre yoğunlaşma meydana geleceği hatırlanmalıdır.) Bu paragraftaki açıklamalar, Şekil 3.20' deki psi-kart çizimlerinde gösterilmiştir.

Süs havuzlarında, havuz suyu sıcaklığı düşürülerek buharlaşma önlenir. Bu tip küçük havuzlarda su-hava basınç farkının minimuma indirilmesi, yani suyun biraz soğutulması, problemi çözecektir. Havuz su hacmi küçük olduğu için, bu işlemin kuyu veya şehir şebekesi suyu ile ucuz olarak yapılması mümkün olacaktır.

Yüzme havuzlarındaki buharlaşma miktarında, ayrıca su yüzeyindeki dalgalanmalarında etkisi vardır.



Şekil 3.22 Su yüzeyi-hava basınç farklarına göre, buharlaşma-yoğuşma ilişkileri
(İşbilen, 1999)

3.13.1 Örnek 3

Bir önceki örnekte belirtilen havuzdaki suyun buharlaşma sonucu ısı kaybı :

$t_s = 27^\circ\text{C}$, $W = 168,6618 \text{ kg/h}$ idi.

(3.50) nolu eşitlikten $r = (597 + 0,46 \cdot 27) - 27 = 582,42 \text{ kcal/kg}$

$Q_{\text{su-gizli}} = 582,42 \text{ kcal/kg} \cdot 168,6618 \text{ kg/h} = 98232,005 \text{ kcal/h}$ olarak bulunur. (3.51)

(Tamer, 1990)

3.14 Hava Debisi

Havuz holünde gerekli minimum hava debisi, havadan alınması gereken su buharına göre hesaplanır. Bulunacak miktar ısıtma ihtiyacı için genellikle yeterli olmaktadır. Yetersizlik halinde aradaki kapasite açığı, radyatör veya konvektör gibi ilk yatırım ve işletme masrafları daha düşük olan ısıtıcılar ile kapatılmalıdır. Seçilecek hava debisi, içeride yeterli hava değişimini sağlayacak büyüklükte olmalıdır.

$$M = \frac{W}{(x_h - x_u) \times P} \quad (\text{Tamer, 1990}) \quad (3.52)$$

M = hava debisi (m^3/h)

W = holden alınacak nem (= buharlaşan su) miktarı (kg/h)

x_h =hol havası mutlak nemi (kg/kg)

x_u = üfleme havası mutlak nemi (kg/kg)

P = hava özgül ağırlığı (kg/m^3) (uygulamalarda $1,2 kg/m^3$ alınmıştır)

Denklemden hava miktarını tayin eden en önemli faktörün üfleme havasının 'kuruluğu' olduğu görülmektedir. Üfleme havasının nemi ;

- Dış havanın kuruluğu esasına dayanan sistemlerde, dış hava mutlak nem değerine,
- Isı pompası sistemi ile çalışan tesisatlarda, çevrimin tasarlanmış sıcaklık değerlerine göre değişkenlik gösterecektir. Tesisatta hava sirkülasyonu için bir enerji harcanmaktadır, bu nedenle istenilen hedefleri gerçekleştirebilecek miktardaki hava ile yetinilmelidir.

3.15 Dış Hava Kullanımlı Tesisatlar

Havuzdan buharlaşan suyun tamamen havalandırma ile uzaklaştırılması istendiğinde yazın % 100 dış havalandırma yapılır. Kışın ise ortam neminin müsaade ettiği ölçüde kısmen hava resirküle edilir. Böylece enerji tasarrufu edilmiş olur. Bu durumda sadece ısıtıcı serpantini olan bir havalandırma santrali kullanılmaktadır. Doğal olarak bu uygulamada konfor şartlarının tam olarak sağlanması mümkün değildir. Özellikle yazın dış hava nemi ne kadar düşükse, ortam nemi de o oranda düşecektir. Buna karşılık nemli ve sıcak havalarda ortamdaki nem artacaktır. Tablo 3.1'de Reckagel tarafından Almanya için tavsiye edilen dış hava miktarları verilmiştir. Doğal olarak santral debisini yaz şartları belirlemektedir.

Kapalı yüzme havuzlarında istenilen gerçek konfor şartlarının sağlanması ancak nem alıcı karakterde bir klima santrali ile gerçekleşebilir. Her ne kadar yukarıdaki havalandırma santrali ile birlikte ortamda paket tip nem alıcı cihazlar kullanmak biçiminde çözümler bulunsa da, bu çözümler gerçek klimanın sağladığı konforu temin edemezler.

Dış hava kullanılarak nem alma esasına dayanan klasik tesisat türlerinde, dış havanın daha yüksek miktarda nem taşıdığı yaz mevsimi çalışma şartları önem kazanmaktadır. Her ne

kadar kapalı havuz kış mevsiminde spor yapılabilmesini sağlamak amacıyla inşa edilmiş ise de, yapılan yatırımdan tüm yıl boyunca yararlanılmak istenilmesi doğal karşılanmalıdır. Mal sahibinin isteği havuzun yaz mevsiminde de kullanımı yönünde ise, hava debisi yaz mevsimi şartlarına göre seçilmeli, daha sonra kış mevsimine uygunluğu kontrol edilmelidir. Yaz mevsiminde dış hava daha nemlidir ve ayrıca ısıtılmasına gerek yoktur ; bu nedenle yaz çalışmasında % 100 dış hava kullanılır, amaç, dış hava şartlarını olabildiğince içeriye taşımaktır.

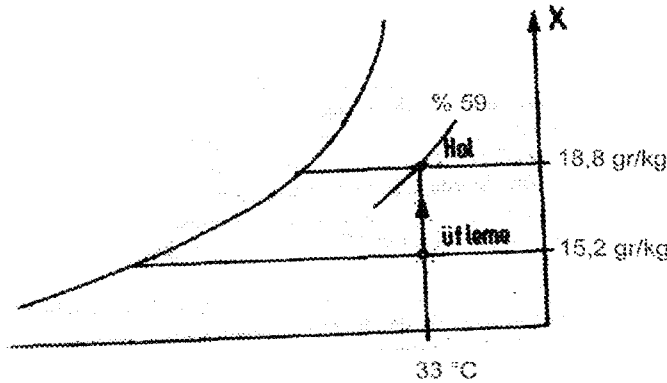
3.16 Örnek 4

Bilinenler : $W = 168,6618 \text{ kg/h}$, $x_h = 18,8 \text{ g/kg}$, $p = 1,20 \text{ kg/m}^3$

Yaz mevsimi İstanbul dış hava şartları $KT = 33 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $\phi = \% 48$ olarak alındığında, mutlak nem $15,2 \text{ g/kg}$ olarak bulunur : dış hava = üfleme havası = $x_u = 0,0152 \text{ kg/kg}$ olur. Buna göre 3.52 nolu denklem ile;

$$M = \frac{W}{(x_h - x_u) \times p} = \frac{168,6618}{(18,8 - 15,2) \times 10^{-3} \times 1,2} = 39042,083 \text{ m}^3/\text{h}$$

Burada esas, hol havasının $x_h = 0,0188 \text{ kg/kg}$ çizgisi üzerinde bulunacağıdır. Tesisatta soğutma ve ısıtma işlemleri yapılmadığına, yani binanın çevre ile ısı alışverişi teorik olarak bulunmadığına göre, üfleme havası içeride %100 gizli ısı kazanacak, aynı sıcaklıkta ve öngörülen (x_h) değerinde holü terk edecektir. Bu durumda iç hava sıcaklığı $t_h = 33 \text{ }^\circ\text{C}$ ve relatif nemi $\phi_h = \% 59$ olmaktadır. Çevrim Şekil 3.23'de çizilmiştir.



Şekil 3.23 İstanbul ikliminde kapalı havuz yaz mevsimi çalışması

Kış mevsiminde ise $t_d = -3$ °C, $\phi_d = \% 80$ ve $x_d = 2,42$ g/kg mutlak nem değerindeki dış hava şartlarında yapılacak çalışmada, hedeflenen iç şartlar için üfleme havasının yine $x_u = 0,0152$ kg/kg nemlilikte bulunması yeterli olacaktır. Bu değer karışım havası ile temin edilebilir. Dış hava oranı (DHO) ve karışım sıcaklığı (t_k), psi-kart'tan geometrik orantı ile bulunabileceği gibi ;

$$\text{DHO} = \frac{(x_u - x_d)}{(x_h - x_d)} \quad (3.53) \quad \text{ve} \quad t_k = \text{DHO} \cdot (t_h - t_d) + t_d \quad (\text{Tamer, 1990})(3.54)$$

denklemleri ile hesaplanabilir. Örneğimiz için (3.53) nolu eşitlikten;

$$\text{DHO} = \frac{(15,2 - 2,42)}{(18,8 - 2,42)} = \% 78,02 \quad \text{ve (3.54) nolu eşitlikten}$$

$$t_k = 0,7802 \cdot [30 - (-3)] + (-3) = 22,7466 \text{ °C}$$

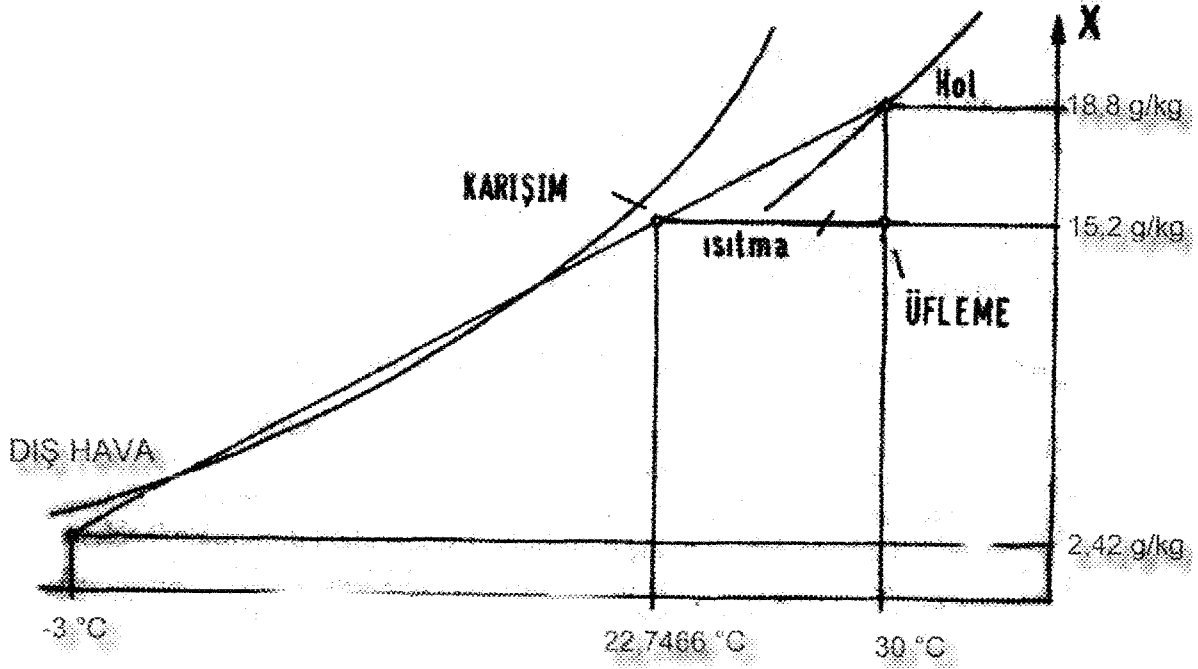
olarak bulunurlar. Karışım noktası, $x_u = 0,0152$ kg/kg doğrusunun $KT = 22,7466$ °C doğrusu ile kesiştiği noktadadır. Çevrimin Şekil 3.20'deki psi-kart çiziminde de görüldüğü gibi; karışım havasının, hol ısı kaybının başka kaynaklardan karşılandığı kabulü ile, sadece hol sıcaklığına kadar (30 °C) ısıtılması öngörülmüştür. Bu kabul, hava ile ilgili enerji harcamalarının açık olarak izlenebilmesi ve karşılaştırılması için yapılmıştır.

Havanın hol şartlarına kadar ısıtılması işlemi için harcanacak enerjiyi, aşağıdaki denklem ile hesaplayabiliriz:

$$Q_I = M \cdot c_h \cdot (t_h - t_k) \cdot p \quad (\text{Tamer, 1990}), (3.55)$$

$$c_h = \text{havanın ısınma ısısı} = 0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}, \quad p = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

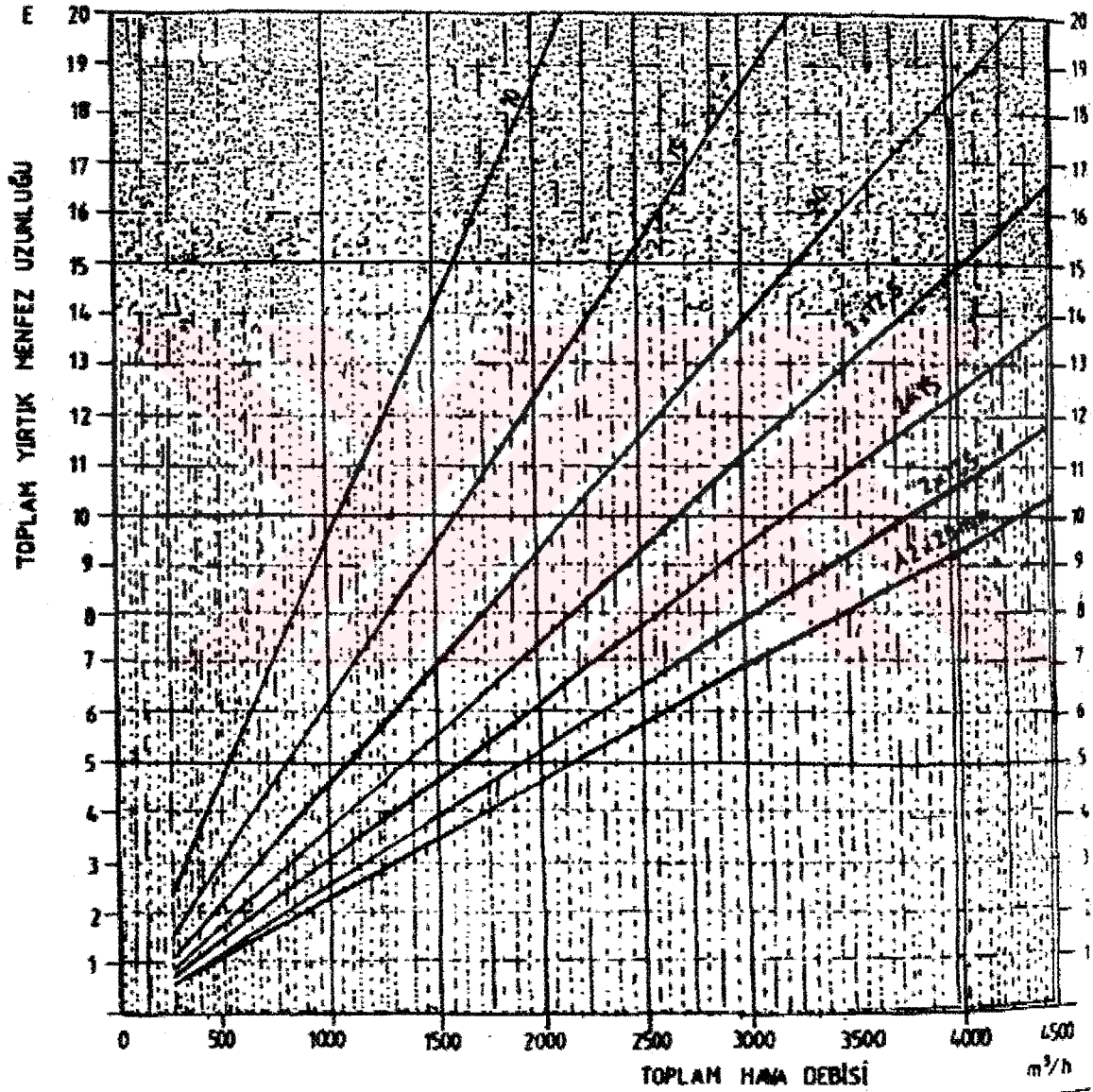
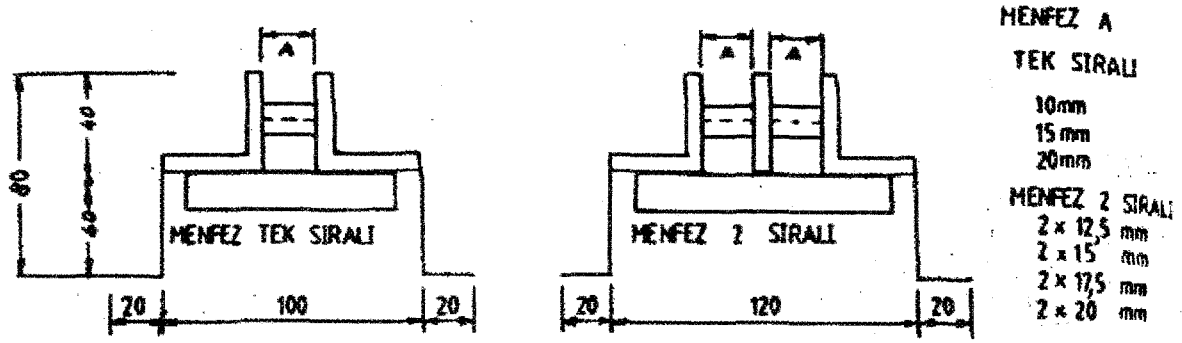
$$Q_I = 39042,083 \cdot 0,24 \cdot (30 - 22,7466) \cdot 1,2 = 81558,099 \text{ kcal/h (3.55'den)}$$



Şekil 3.24 İstanbul ikliminde kapalı havuz kış mevsimi çalışması

Yaz ve kış çevrimlerinin incelenmesinde görüldüğü gibi tesisat, nemli yaz günlerinde maksimum, kuru kış günlerinde ise minimum dış hava ile çalışacaktır.

Bu uygulamada 'minimum' değerdeki dış havanın bile bir hayli fazla (% 78,02) kullanılması nedeniyle, daha önce açıklanan esaslara göre hesaplanacak 'taze hava' nın gereğinden çok daha fazla miktarlarda alınmakta olduğu görülmektedir.



Menfez Genişliği	A	10	15	20	2 x 12,5	2 x 15	2 x 17,5	2 x 20
Bransman eb'ad ve sayısı		2 x 100 ϕ	3 x 100 ϕ	3 x 100 ϕ	4 x 100 ϕ	4 x 100 ϕ	4 x 120 ϕ	4 x 120 ϕ

Şekil 3.25 Kapalı yüzme havuzlarında klimatize edilen havanın yerdeki yirtık menfezlerden üflenmesi, (Isısan, 1999)

3.17 Isı Pompası Sistemli Tesisatlar

Isı pompası sistemi ile yapılmış kapalı havuz klima tesisatı, normal klima tesisatlarında bulunanlara benzeyen bir 'mekanik soğutma' devresiyle donatılmıştır. Bu soğutma sisteminde, çevrimin 'soğuk bölgesi'nde (evaparatörde) yoğunlaştırılmak suretiyle havanın nemi alınmakta ve bu arada hava istenilmeden soğutulmuş olmakta; sistemin 'sıcak bölgesinde' (kondenserde) ise, bir önceki işlemde istek dışı soğutulan hava bu defa ısıtılmaktadır, öyle ki, ısıtma işleminin soğutma işleminden daha yüksek kapasitede sağlanması mümkün olmaktadır, işte bu yüksek ısıtma kapasitesi çoğu zaman gerekenden fazla gelmekte fakat dışarıya atılmayarak başka bir yerde (genellikle havuz suyu ısıtılmasında) değerlendirilmektedir.

Isı pompası sistemini harekete geçiren olgu, holdeki nemin yükselmesidir; nem yükseldiğine göre havuzda buharlaşma var demektir, buharlaşma olduğu sürece su'da soğuma vardır, dolayısıyla ısıya gerek vardır. Sudaki buharlaşmanın durduğu anda, suyun ısıtılma gereksinimi de bitecektir, zaten buharlaşma durduğu için ısı pompası sistemi de duracak ve 'artık enerji' kalmayacaktır. Suyun buharlaşması ve yoğunlaşması birbirine zıt, ancak eşit enerji miktarları ile oluşan fiziksel olaylardır. Bir soğutma çevrimindeki kondenser kapasitesi (Q_K), soğutma kapasitesinden (Q_S) daima büyüktür.

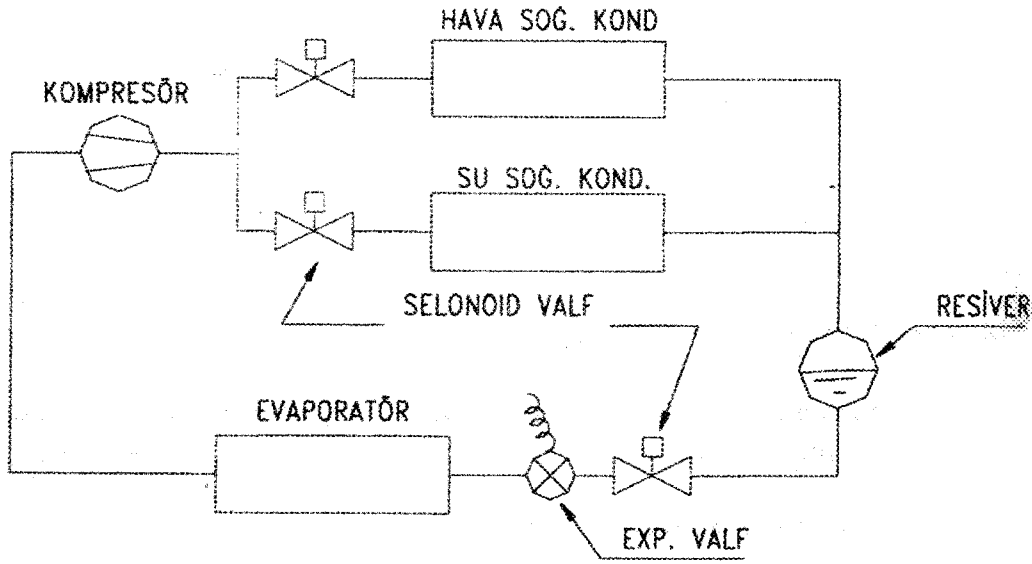
$$Q_K = Q_S + P_M \cdot 860$$

(İşbilen, 1999),(3.56)

$$Q_K = \text{Kondenzasyon kapasitesi (kcal/h)}$$

$$Q_S = \text{Soğutma kapasitesi (kcal/h)}$$

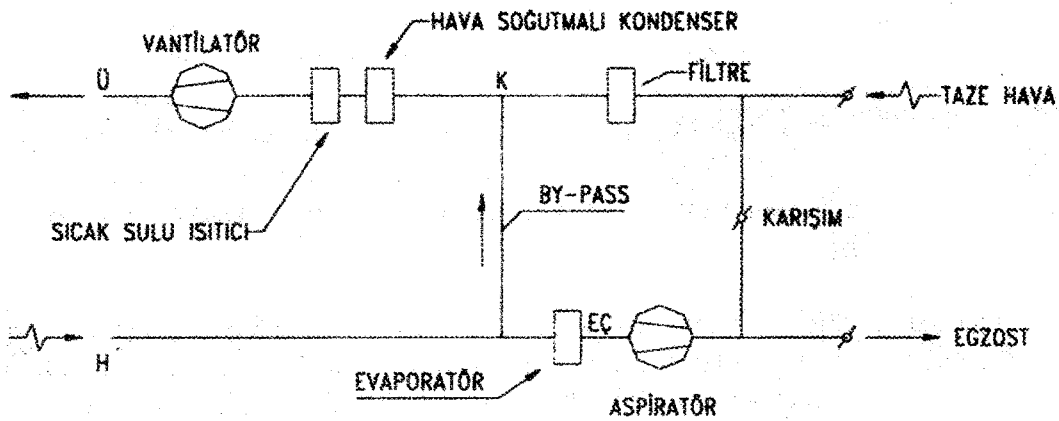
$$P_M = \text{Kompresör motoru mil gücü (kw)}$$



Şekil 3.26 Isı pompası sistemli soğutma kompresörü devresi, (İşbilen, 1999)

Evaporatör ve kondenser, bakır boru-alüminyum kanatlı olarak yapılmış birer hava ısı eşanjörleridir. Havanın ısıtılmasından artan enerjinin kullanıldığı diğer kondenser ise genellikle AISI 316 malzeme ile yapılmış kaynaklı-levhalı tip bir eşanjördür ve bir bölümünde soğutucu akışkan (R22 olabilir), diğer bölümünde havuz suyu dolaşır. Şu halde soğutma kompresörünün hava ile çalışan bir adet evaporatörü ile; birisi hava, diğeri su soğutmalı tip olmak üzere iki adet kondenseri bulunmaktadır (Şekil 3.26).

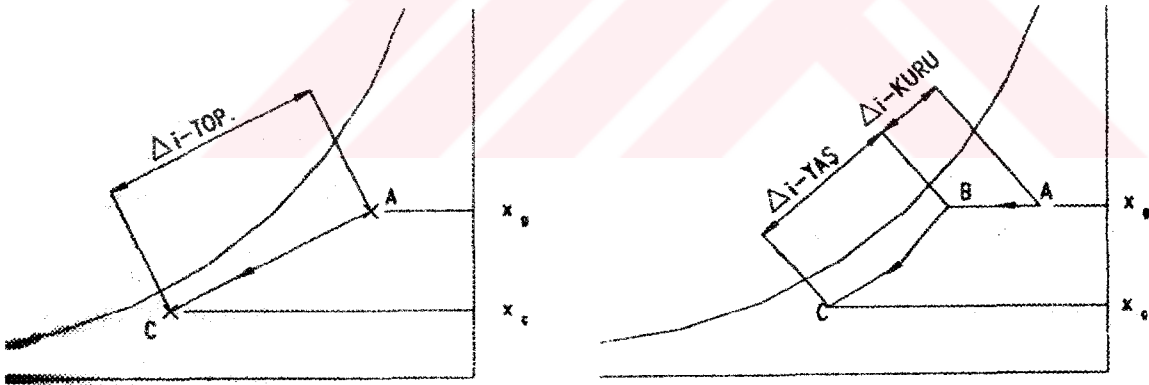
Hava ile çalışan evaporatör ve kondenserin kanatları, havada bulunan aşındırıcı kimyasalların buharından korunması için PVC film tabakası ile kaplanmış özel alüminyum folyo ile imal edilmiş olmalıdır.



Şekil 3.27 Isı pompası sistemli santral hava akış şeması, (İşbilen, 1999)

Şekil 3.27'de ısı pompalı bir santralin hava akış şeması görülmektedir: Holden dönen havanın % 30 ila % 40 oranındaki bir bölümü evaporatöre girmeden önce by-pass edilerek doğrudan kondenser bölümüne verilmektedir, bundaki amaç, daha fazla hava debisine ihtiyaç gösteren kondenseri besleyebilmektir. By-pass miktarı, seçilecek kondenzasyon sıcaklığına ve kondenser büyüklüğüne göre değişecektir.

By-pass edilen miktardan sonra kalan hava (toplam debinin % 60 ila % 70'i), evaporatörden geçirilir ve soğutularak içindeki nemi alınır. Nemin alınabilmesi için, havanın giriş ile çıkış değerleri arasında mutlaka bir (Δx) değeri yaratılmalıdır, aksi halde nem alma işlemi gerçekleşemez ve hava boş yere soğutulmuş olur. Önemli olduğu için konuyu biraz daha açarsak : Şekil 3.28'de havanın bir soğutucuda gerçekleştirilen soğutma işlemi aşamaları görülmektedir. Şöyle ki; Şekil 3.28a'da, ayrıntıya inilmeden her zaman olduğu gibi soğutma işlemi, pratik olarak çizilen bir doğru ile gösterilmiştir : (A) şartlarında giren hava ' Δi_{toplam} ' entalpi farkı ile soğutulmuş olarak (C) noktasında soğutucuyu terk etmektedir.



a- Pratik çizim

b- Gerçek değişim çizimi

Şekil 3.28 Havanın soğutucuda soğuması işleminin pratik ve gerçek çizimleri

Gerçek değişim ise 3.28b'de görüldüğü gibidir; aynı soğutma kapasitesi (Δi_{toplam}), bu defa iki aşamalı ($\Delta i_{\text{kuru}} + \Delta i_{\text{yaş}}$) olarak işaretlenmiştir. (A) noktasında soğutucuya giren hava soğuyarak doyma eğrisine yaklaşır, şartlara göre % 90-98 nemliliğe ulaştığı (B) noktasında yoğuşmaya başlar, daha sonra yine soğumaya fakat ayrıca yoğuşmaya da devam ederek, (C) noktasında soğutucuyu terk eder. (A) ve (B) noktaları arasındaki değişimde 'yoğuşma-nem verme' olayı yoktur ve bu yüzden bu bölgedeki işlem 'kuru

soğutma' olarak adlandırılır. Yoğuşma bulunmadığı için bu noktalar arasında $\Delta x = 0$ olacaktır. Havadaki nemin alınabilmesi için amaç ise, ($\Delta x > 0$) değerini taşıyan (C) noktası çıkış şartlarının sağlanmasıdır.

Bu açıklamalardan görüldüğü üzere; ısı pompası sisteminde soğuk su dolaşımı ve oransal kontrollü soğutucu su vanası kullanılması yanlış olacaktır, çünkü higrostat kumandası ile kısılan vanadan geçen su miktarı azalarak belli bir seviyeye düştüğünde, soğutucu çıkışı istenmeden (C) noktasından uzaklaşarak (B) ile (A) noktaları arasında bir noktaya kayabilir ve gereksiz enerji harcaması yapılabilir. Bu hataya düşmemek için soğutucu akışkan debisi daima iki konumlu olarak kontrol edilmelidir.

Hava, evaporatör çıkışından sonra 'karışım hücresi'ne gelmekte ve burada gerekli miktarda egzost yapılarak yerine taze hava alınmaktadır. Dikkat edilirse 'dış' yerine 'taze' kelimesi kullanılmıştır, çünkü ısı pompası sisteminde kurutma işlemi mekanik olarak yapıldığından, bunun sağlanabilmesi için dış havaya gerek yoktur ve sonuç olarak dış havanın bulunduğu şartlarda önemini kaybetmektedir. Bu durumda dışarıdan alınacak havanın, (Proje Şartları) bölümünde açıklanan miktarları aşmamasına dikkat edilmelidir. Taze hava alımı için 'hava kalite kontrol' paneli kullanılması uygun olacaktır. Bu panelde hava kalitesi değişik seviyelere göre ayarlanabilmekte ve taze hava yapılan ayarın gerektirdiği kadar alınmaktadır.

Yeterli miktarda taze havanın alınmasından sonra, salondan dönen nemli hava ile birleşen ve toplam debiye ulaşan hava, önce 'hava soğutmalı' kondenserden, daha sonra sıcak su eşanjöründen geçmekte ve vantilatör tarafından havuz holüne gönderilmektedir.

Şekil 3.28'de, Şekil 3.27'de hava akış şeması çizilen tesisatın (% 100 içi hava ile çalışma halindeki) psi-kart çizimi görülmektedir. Buradaki simgeler :

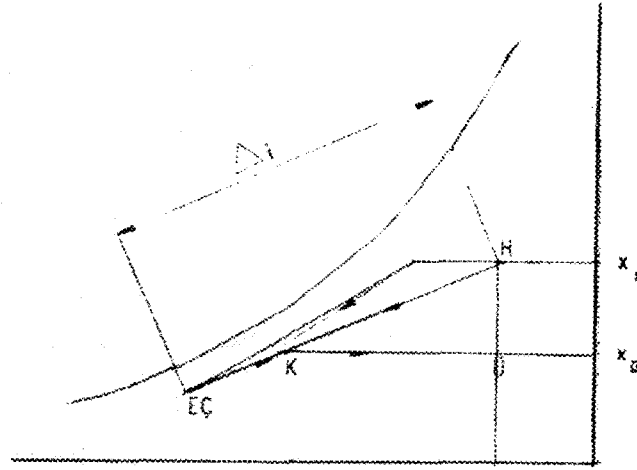
H : Hol havası (evaporatör girişi)

EÇ : Evaporatör çıkışı

K : Karışım havası (kondenser girişi)

Ü : Üfleme havası (kondenser çıkışı)

Bu semboller ayrıca şekil 3.27 de de belirtilmiştir.



Şekil 3.29 Isı pompası sistemli hava çevrimi

Şekil 3.29 daki çizimde Şekil 3.28 de olduğu gibi, burada da havanın hol sıcaklığına kadar ısıtılması ile ilgili enerji masraflarının kolayca görülmesi amacı ile, ısıtma işleminin hol sıcaklık değerinde bitirildiği kabul edilmiştir. Kış mevsimindeki gerçek çevrimde ise bu noktadan sonra ısıtmaya devam edilerek ayrıca holün ısı kaybı karşılanacaktır.

Tesisatın hava debisi, 3.69 nolu denklem ile hesaplanır. Daha önce belirtildiği gibi, ısı pompalı sistemlerde nemin alınması açısından dış hava şartlarına bağımlılık olmadığı için, hava debisi hesabının yaz ve kış mevsimleri için ayrı ayrı incelenmesine gerek yoktur. Hesap için tek bir iç şart hedeflenir ve buna göre debi bulunur.

Bulunan hava debisinin kış mevsimi bina ısı kaybı açısından uygunluğu araştırılır ve yetersiz kalıyorsa aradaki fark alışılmış ısıtıcılarla (radyatör vb) karşılanır. Isı kaybının bir kısmının da, bu tip yapılar için ideal olan ‘yerden ısıtma’ tesisatı ile sağlanabileceği unutulmamalıdır. Binanın ısı izolasyonu zorunlu olarak çok iyi yapıldığından, soğutma kompresörünün kondenser enerjisi kış mevsiminde ısıtma işlemi için kompresörün çalıştığı zamanlarda genellikle yeterli olmaktadır. İçerideki nemin düşük olduğu ve dolayısıyla soğutma kompresörünün çalışmadığı zamanlar için santralde normal ısıtma eşanjörü ve kalorifer kazanında buna göre ayrılmış ısı kapasitesi bulunmalıdır.

Yaz mevsiminde de nem çözmek amacıyla hava istek dışı soğutulduğu için, santraldaki hava soğutmalı kondenser yine ‘ısıtıcı’ görevini sürdürecektir. Kompresör durduğunda,

doğal olarak bu kez sıcak sulu hava ısıtıcısının devreye girmesine gerek kalmayacaktır. Şekil 3.29 daki psi-kart çizimi, karşılaştırma amacıyla kış mevsimi ısıtma işlemi zaten dikkate alınmadığı için de şartsız olarak aynen geçerlidir.

Yaz mevsiminde bina genelinde ısı kayıplarının düşük oluşu, ısı pompası sisteminin kondenser enerjisinin tam olarak kullanılmasını biraz zorlaştırabilir. Kondenser enerjisinin fazla kısmı yine havuz suyunun ısıtılmasında kullanılır, buradan artacak enerji ile duş boylerlerinin ısıtılması ve/veya hol sıcaklığının birkaç derece daha yükseltilmesi düşünülebilir.

Isı pompası sisteminde kompresör kapasitesi, Şekil 3.29 da gösterilen çevrime göre, yani % 100 iç hava esasına göre hesaplanır. Tazelemek amacıyla alınacak dış hava ihmal edilebilir, zaten kış mevsiminde alınacak dış havanın etkisinin soğutma etkisini düşürme yönünde olacağı bellidir.

$$Q_s = M_e \cdot \Delta i \cdot p \quad (\text{Tamer, 1998}) (3.57)$$

Q_s : Soğutma kapasitesi (kcal/h)

M_e : Evaporatörden geçen hava debisi (m³/h)

P : Hava özgül ağırlığı (kg/m³) (örneklerde 1,2 alınmıştır)

Evaporasyon sıcaklığı 5-10 °C arasında olabilir. Daha düşük sıcaklıklar ekstrem şartlarda evaporatörde buzlanmaya neden olacağı için tehlikelidir. Kondenzasyon sıcaklığı 45-55 °C arasında seçilebilir.

3.18 Örnek 5

Ana örnekteki değerleri verilen havuzun neminin ısı pompası sistemli klima tesisatı ile giderilmesi. Bilinenler :

$$W = 168,6618 \text{ kg/h} \quad , \quad A = 1250 \text{ m}^2 \quad ,$$

Hol şartları: $t_h = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $x_h = 18,8 \text{ g/kg}$, $i_h = 18,781 \text{ kcal/kg}$, $\phi_{hol} = 0,7$

Şekil 3.29 daki psi-kart çiziminin eşliğinde yapılan ön kabuller :

t_{evap} : Evaporasyon sıcaklığı = 10 °C

t_{kond} : Kondenzasyon sıcaklığı = 50 °C

BHO : Kondenser by-pass havası oranı = % 30

$t_{\text{eç}}$: Evaporatör çıkışı = 12,5 °C , $x_{\text{eç}} = 0,088$ kg/kg , $i_{\text{eç}} = 8,34$ kcal/kg , $\phi_{\text{eç}} = \% 97$

Karışım havasının mutlak nem ve sıcaklık değerleri :

$$x_K = x_{\text{eç}} + (x_h - x_{\text{eç}}) \cdot \text{BHO} \quad (3.58)$$

$$x_K = 0,0088 + (0,0188 - 0,0088) \cdot 0,3 = 0,0118 \text{ kg/kg} = x_{\bar{u}}$$

$$t_K = t_{\text{eç}} + (t_h - t_{\text{eç}}) \cdot \text{BHO} \quad (3.59)$$

$$t_K = 12,5 + (30 - 12,5) \cdot 0,3 = 17,75 \text{ °C}$$

Karışım havası mutlak nemi, aynı zamanda üfleme havasının nemi olmaktadır : $x_K = x_{\bar{u}}$

Hava debisi 3.52 nolu denklem ile ;

$$M = \frac{W}{(x_h - x_{\bar{u}}) \times p} = \frac{168,6618}{(0,0188 - 0,0118) \times 1,2} = 20078,785 \text{ m}^3/\text{h}$$

Evaporatörden geçen hava;

$$M_e = M \cdot (1 - \text{BHO}) \quad (3.60)$$

$$M_e = 20078,785 \cdot (1 - 0,3) = 14055,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Soğutma kompresörü kapasitesi 3.57 nolu denklem ile ;

$$Q_s = M_e \cdot \Delta i \cdot p$$

$$Q_s = 14055,15 \cdot (18,781 - 8,34) \cdot 1,2 = 176099,785 \text{ kcal/h}$$

Yukarıda belirtilen 10 °C evaporasyon ve 50 °C kondenzasyon sıcaklıkları için BOCK marka HG6/1240-4S model 2 adet 111000 watt (95443 kcal/h) kapasiteli, 29,9 kw güç tüketimi olan kompresör seçilmiştir. Gerekli kondenser kapasitesi 3.56 nolu denklem ile;

$$Q_K = Q_s + (P_M \cdot 860)$$

$$Q_K = 95443 \cdot 2 + 29,9 \cdot 2 \cdot 860 = 242314 \text{ kcal/h}$$

Şekil 3.29 daki psi-kartta görüldüğü gibi, (k) ile (ü) noktaları arasında yapılan geri ısıtmanın kapasitesi aşağıdaki denklem ile;

$$Q_I = M \cdot c_h \cdot (t_h - t_k) \cdot p \quad (3.61)$$

$$Q_I = 20078,785 \cdot 0,24 \cdot (30 - 17,75) \cdot 1,2 = 70837,953 \text{ kcal/h}$$

olarak bulunur. Bu ısı kapasitesi sistemin mevcut kondenzasyon kapasitesinden karşılanmaktadır ve bu miktara, bilindiği gibi holün kış mevsimi ısı kaybı dahil

edilmemiştir. Diğer taraftan (Buharlaştırma etkisi ile suyun soğuması) bölümündeki Örnek 3 de verilen değerler aynı özelliklerdeki havuza ait olduğundan burada aynen kullanabiliriz ve mevcut kondenzasyon kapasitesinin 3.13.1 Örnek 3 de hesaplandığı gibi $Q_{su-gizli} = 98232 \text{ kcal/h}$ lik bir kısmının sadece buharlaştırma gizli ısı olarak havuz suyuna verilmesi gerektiğini belirtebiliriz. Şu halde, açıklanan iki kalem harcamadan geri kalan kondenzasyon ısı kapasitesi:

$$242314 - (70837,953 + 98232) = 73244,047 \text{ kcal/h} \quad (3.62)$$

olmaktadır. Dikkat edilirse artan bu kapasite ile, soğutma kompresörlerinin harcadığı elektrik enerjisi ($29,9 \text{ kw} \cdot 2 \cdot 860 = 51428 \text{ kcal/h}$) arasında % 40 fark vardır. Aslında kullanılan net ısıtma kapasitesinin eşdeğeri kadar net soğutma ile nötralize edildiği, birbirine zıt olan buharlaştırma-yoğuşma olaylarının aynı enerjiyi gerektirmesi gerekliydi.

Toplamın yaklaşık % 30'u civarında olan bu artan enerjiyi, yaz mevsiminde; filtre ters yıkama ve havuz tazeleme suyunun ısıtılması, duş sıcak suyunun ısıtılması gibi amaçlar için kullanmak mümkündür. Duşlarda oluşan buharın atılması için bir aspiratörün yanında taze hava için bir de vantilatör kullanılır ve dış havadaki nem oranı yazın max. olduğu için, bu dönemde gerekli olan hava miktarı da max. olacaktır. Artan bu enerjinin sadece ısı pompasının çalıştığı zamanlarda oluştuğu unutulmamalıdır. Yaz mevsiminde bu sistem (içeride daha yüksek relatif nem kabul edileceği için) daha az çalışacaktır. Buna rağmen yaz mevsiminde kalorifer kazanlarının tamamen kapatılabileceğini belirtebiliriz.

Kış mevsiminde ise yukarıdaki harcamalara hol ısı kaybı kapasitesi eklenmelidir.

3.19 Isı Pompası Ve Dış Hava Esaslı Sistemlerin Enerji Giderlerinin Karşılaştırılması

Isı pompası ve dış hava esaslı sistemlerde çalışan iki ayrı tesisatın işletme giderlerini, 1998 yılı eylül ayında İstanbul ilimizdeki sanayi kullanımını için geçerli olan enerji birim fiyatları ile karşılaştıralım :

Verilen 3.18 nolu örnek 5 de, ısı pompası sisteminin açığa çıkan 242314 kcal/h'lik ısı kapasitesinin harcama dağılımını şöyle özetleyebiliriz:

- a- Havanın geri ısıtılması (Q_I) : 70837,953 kcal/h
- b- Havuz suyu ısıtılması ($Q_{SU-GİZLİ}$): 98232 kcal/h
- c- Bina ısı kaybına katkı ($Q_{BİNA}$) : 73244,047 kcal/h
- TOPLAM : 242314 kcal/h

Bu kapasitenin sağlanması için harcanan enerji 29,9 . 2 kw; 18820 Tl/kwh olduğuna göre, birim harcama;

$$29,9 \text{ kw} \cdot 2 \text{ adet} \cdot 18820 \text{ Tl/kwh} = 1125436 \text{ TL/h olur.} \quad (3.63)$$

Dış havalı sistemde de, kalorifer kazanlarının aynı enerjiyi üreterek tesisatta harcanıldığını kabul edelim. Harcama dağılımı şöyle olacaktır: 3.16 Örnek 4'deki kış mevsimi çalışmasında üfleme havasının ısıtılması için 81558,099 kcal/h harcadığı görülmektedir. Havuz suyu buharlaşma kaybı için aynı değer (98232 kcal/h) geçerli olduğu bellidir. Toplam kapasitenin (242314 kcal/h) sağlanması için, bina ısı kaybına yapılan katkı miktarı azaltıldığında, dağılım tablosu:

- a- Üfleme havasının ısıtılması (Q_I) : 81558,099 kcal/h
- b- Havuz suyu ısıtılması ($Q_{SU-GİZLİ}$): 98232 kcal/h
- c- Bina ısı kaybına katkı ($Q_{BİNA}$) : 62523,901 kcal/h
- TOPLAM : 242314 kcal/h

Bu enerjinin $H_U = 9200 \text{ kcal/kg}$ alt ısı kapasiteli 6 no fuel-oil ile, yanma randımanı $\eta_Y = \% 80$ olan bir kalorifer kazanında sağlanacağı kabulü ile kullanılan yakıt:

$$M = \frac{Q}{H_U \times \eta_Y} \quad (\text{İşbilen, 1999}) (3.64)$$

$$M = \frac{242314}{9200 \times 0,8} = 32,923 \text{ kg/h}$$

Aynı takvimde fuel-oil'in birim fiyatı 33160 TL/kg olduğuna göre birim harcama :

$$32,923 \text{ kg/h} \cdot 33160 \text{ TL/kg} = 1091730 \text{ TL/h olur.} \quad (3.65)$$

Görüldüğü gibi, fuel-oil sistemi ısı pompası sistemine göre yaklaşık % 4 civarında bir enerji tasarrufu getirmektedir.

Aynı karşılaştırmayı doğal gaza göre yaparsak :

$$H_U = 8250 \text{ kcal/m}^3, \quad \eta_Y = \% 80$$

$$(3.64) \text{ nolu eşitlikten } M = \frac{242314}{8250 \times 0,95} = 32,634 \text{ kg/h}$$

Aynı tarihte doğal gazın birim fiyatı 45730 TL/m³ olduğuna göre birim harcama :

$$32,634 \text{ kg/h} \cdot 45730 \text{ TL/m}^3 = 1492394 \text{ TL/h olur.} \quad (3.66)$$

Fuel-oil sisteminin doğal gaza göre yaklaşık % 37 civarında ucuz olduğu görülmektedir.

3.20 Değişik Boyutlara Sahip Farklı Özelliklerdeki Başka Bir Kapalı Havuz İçin Karşılaştırma

Havuz Ait Veriler:

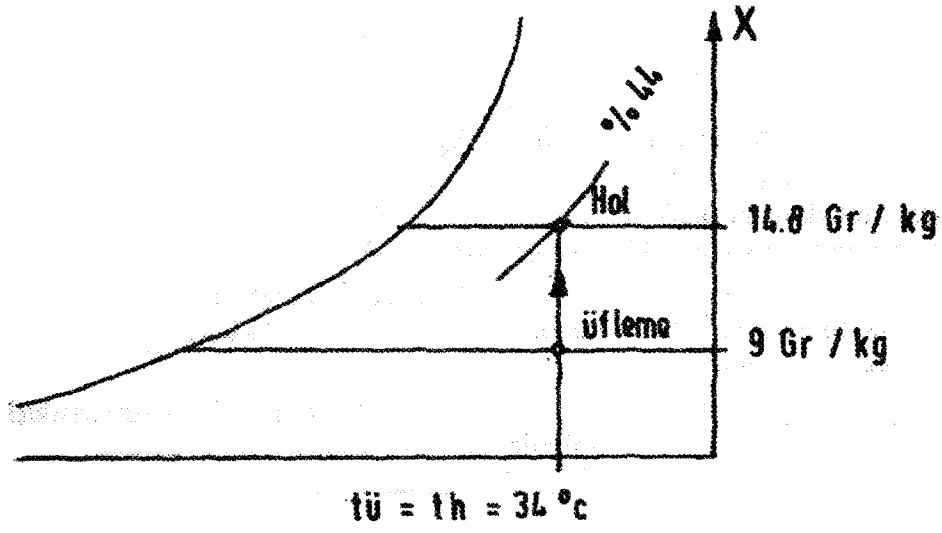
$$A = 100 \text{ m}^2, \quad t_{SU} = 28 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_{HAVA} = 30 \text{ }^\circ\text{C}, \quad \phi_{HAVA} = \% 55$$

$$W = 0,331 \text{ kg/h.m}^2, \quad Q_{SU-GIZLI} = 19260 \text{ kcal/h}$$

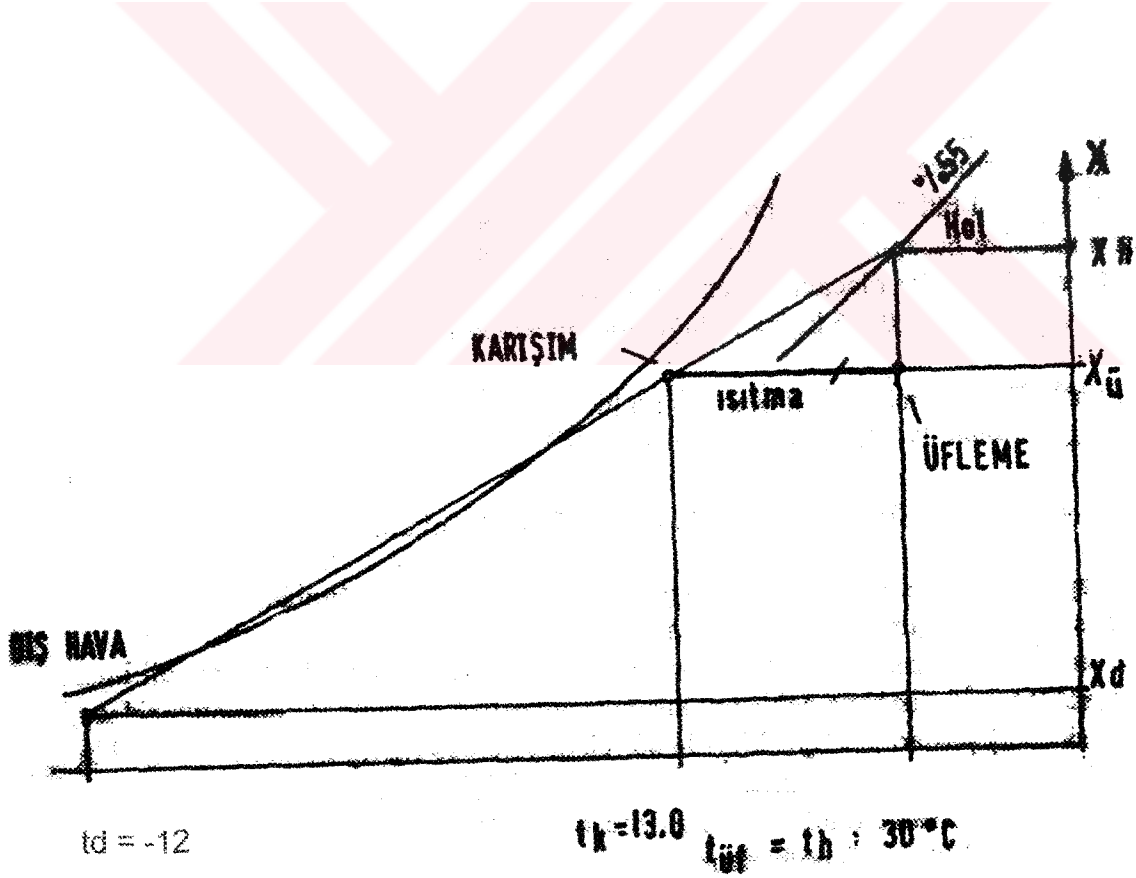
$$M = 4755 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (Ankara için } KT = 34 \text{ }^\circ\text{C} \text{ } YT = 20 \text{ }^\circ\text{C)}$$

3.20.1 Dış hava kullanımlı tesisatlar

$$DHO = \% 59,4, \quad Q_I = 23280 \text{ kcal/h}$$



Şekil 3.30 Ankara ikliminde kapalı havuz yaz mevsimi çalışması



Şekil 3.31 Ankara ikliminde kapalı havuz kış mevsimi çalışması

3.20.2 Isı pompası sistemli tesisatlar

Hol şartları: $t_h = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $x_h = 0,0148 \text{ kg/kg}$, $i_h = 16,26 \text{ kcal/kg}$,
 $\phi_{hol} = 0,55$

t_{evap} : Evaporasyon sıcaklığı = $8 \text{ }^\circ\text{C}$, t_{kond} : Kondenzasyon sıcaklığı = $45 \text{ }^\circ\text{C}$

BHO : Kondenser by-pass havası oranı = % 30 , $t_{e\check{c}}$: Evaporatör çıkışı = $12,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$x_{e\check{c}} = 0,088 \text{ kg/kg}$, $i_{e\check{c}} = 8,34 \text{ kcal/kg}$, $\phi_{e\check{c}} = \% 97$

$x_K = 0,0106 \text{ kg/kg}$, $t_K = 17,75 \text{ }^\circ\text{C}$

$M = 6567 \text{ m}^3/\text{h}$, $M_e = 4597 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_s = 43690 \text{ kcal/h}$

Elektrik Motor Güç Girişi = $12,41 \text{ kw}$, $Q_K = 54363 \text{ kcal/h}$

$Q_I = 23168 \text{ kcal/h}$, Geri Kalan Kondenzasyon Kapasitesi = 11935 kcal/h

Isı Pompası Sistemi İçin (Elektrikli) Birim Harcama : 233556 TL/h

Dış Havalı Sistem İçin (Fuel-oil) Birim Harcama : 245052 TL/h

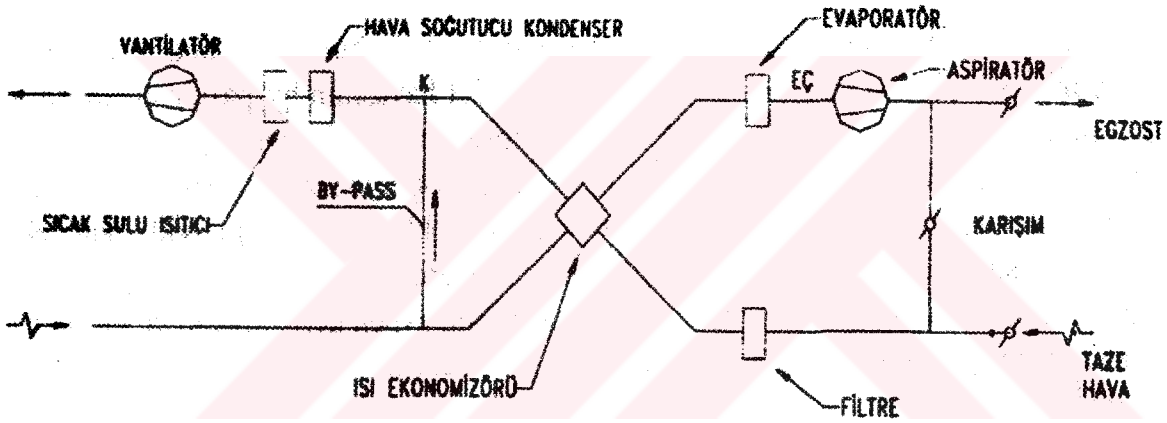
Dış Havalı Sistem İçin (Doğal gaz) Birim Harcama : 334744 TL/h

Görüldüğü gibi, ısı pompası sistemi fuel-oil'e göre % 5 civarında bir enerji tasarrufu getirmekte ve ısı pompası sisteminin doğal gaza göre % 30 civarında bu örnek için ucuz olduğu anlaşılmaktadır.

3.21 Isı Ekonomizeri

Yapılacak tesisatın türü ne olursa olsun, klima santralında bir ısı ekonomizeri kullanılması önemli ekonomik faydalar getirmektedir.

Dış hava esasına dayanan santrallarda bu ekonomizer, egzost havası ile alınan dış hava arasına konulur. Isı pompası sistemli tesisatın santralında ise, Şekil 3.32’de görüldüğü gibi, evaporatör giriş ve çıkış havalarının arasına yerleştirilir. Uygulamalarda genellikle ‘ısı borusu = heat pipe’ ve ‘levhalı’ tip ekonomizerler çok yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.32 Ekonomizer ile çalışan ısı pompası sistemli klima santralı hava akış şeması

Her iki tip için, $\eta_{ek} = \% 50-60$ randımanlı olarak seçilmiş ekonomizerlerin optimum çözüm getirecekleri söylenebilir. Her iki bölmesindeki hava debilerinin birbirine eşit olmaları halinde, ekonomizerin randımanı

$$\eta_{ek} = \frac{(t_{g-dış} - t_d)}{(t_i - t_d)} \quad (\text{İşbilen, 1999}) \quad (3.67)$$

η_{ek} = Ekonomizer ısıt randımanı (%)

$t_{g-dış}$ = Dış havanın ekonomizerden çıkış sıcaklığı (°C)

t_d = Dış hava sıcaklığı (°C)

t_i = İç hava sıcaklığı (°C)

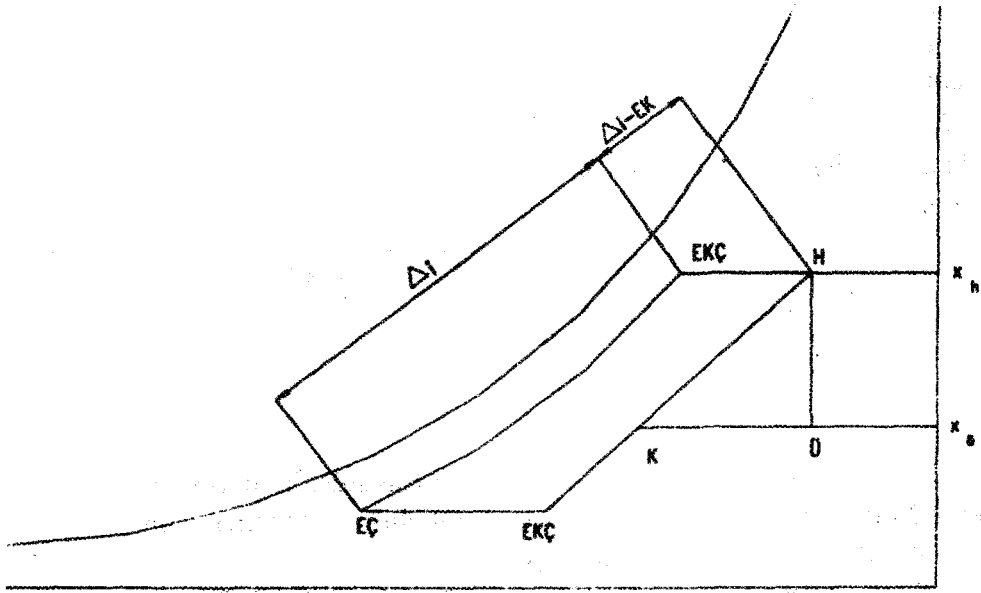
aynı denklemden alınan dış havanın eşanjörden çıkış sıcaklığı bulunur :

$$t_{\text{ç-dış}} = t_d + (t_i - t_d) \cdot \eta_{\text{ek}} \quad (\text{İşbilen, 1999}) \quad (3.68)$$

Isı pompası sisteminde çalışan ve Şekil 3.32’de hava akış şeması bulunan ekonomizerli bir tesisatın çevrimi, Şekil 3.33’deki psi-kartta verilmiştir. Hol havasının by-pass yapıldıktan sonra kalan kısmı ekonomizere girmekte ve (h-ekç) değişimi boyunca bir ‘ön soğutma’ işleminden geçmektedir. Burada kazanılan soğutma (Δi_{ek}), doğrudan doğruya soğutma kompresörünün kapasitesini düşürmektedir. Evaporatörde kompresörün gerçekleştirdiği (Δi) büyüklüğündeki soğutma ve yoğuşurma sonrasında hava, bu kez ekonomizerin diğer bölgesinden geçerek, (eç – ekç) değişimi boyunca ilk bölmede verdiği (Δi_{ek}) enerjisini aynen geri almakta ve bir ön ısıtma işleminden geçmiş olmaktadır, böylece bir sonraki kondenser ısıtma enerjisinden de tasarruf edilmektedir.

Dikkat edilirse, ısı pompası uygulamasında ekonomizerden her iki geçiş yönünde de yararlanılmaktadır. Dış hava esaslı santralda ise yararlanma sadece tek yönde olmakta, bu sistemde dışarıya atılan havanın kışın ‘soğutulmuş’ olması, dışarıda kimseye fayda sağlamamaktadır.

Uygun bir ekonomizerin kullanılmasıyla, ısı pompası sisteminde; soğutma kompresörünün kapasitesi ve enerji harcaması % 15-20 oranında düşer, kompresör ve diğer komponentlerin tesis masrafları azalır ve ekonomizere yapılan yatırım başlangıçta geri alınabilir. Dış havalı sistemlerde ise ekonomizerin amortisman müddetinin tesisin çalışmaya başlamasından sonraki tarihlerde fakat kısa bir vadede dolacağı tahmin edilebilir.



Şekil 3.33 Ekonomizerli ısı pompası tesisatının çalışması

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Havuz projelendirme bölümünde kum filtrelerinin çapları, adetleri belirlenmiş, sistem için pompa seçilmiş, nozüllerin sayısı ve tipi belirlenmiş, boru çaplarına ve havuza gönderilecek Cl miktarına karar verilmiş olup, piyasada rezerv tank (denge tankı) hacminin hesabında, kapalı yüzme havuzları için (50 m * 25 m * 1,85 m) aşağıda sıralanan hesap yöntemlerine göre hesaplar yapıldığı görülmüştür:

<u>Yöntem</u>	<u>Denge Tankı Hacmi (V_R, lt)</u>
a- Havuz yüzeyine göre hesaplanması	82500
b- Havuza aynı anda giren adam sayısına göre hesaplanması	82500
c- Basit amprlik hesap tarzı ile hesaplanması	88000
d- Havuz yüzücü kapasitesine göre hesaplanması	94000
e- Filtrelerin ters yıkama süresinde atılan su hacmine bağlı hesap tarzı	116000

Neticede piyasada söz sahibi büyük firmalarda çalışan mühendisler (e) şıkkındaki hesap yöntemini tercih etmektedirler. Bizim görüşümüze göre de yaptığımız hesaplamalar sonucu aynı şık diğerlerine göre daha emniyetli bulunduğundan sözü edilen şık uygundur.

UHE'nin yayınladığı katalog değerleri, genel yüzme bilenler ve trampelenli atlama havuzları için geçerli olduğundan, bizim incelememizde sadece yüzme yarışları için tasarlanan havuzlar ele alındığından dikkate alınmamıştır.

Yalıtım bölümündeki ilk örnekte havuz binasının duvarlarında yoğuşma olmaması için iç hava şartları $KT = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi = \% 80$, dış hava sıcaklığı $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ olan bir havuz holünün duvarlarındaki yapı elemanlarının yapılan hesaplar, çizilen grafikler sonucu kalınlıkları ve cinsinin şu şekilde olması gerektiği ortaya çıkmıştır:

İç Sıva (2 cm, $\lambda = 0,6 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + Dolu Tuğla (10 cm, $\lambda = 0,7 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + PVC Köpük (10 cm, $\lambda = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + Dış Sıva (3 cm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$)

İkinci örnekte iç hava şartları $KT = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi = \% 70$, dış hava sıcaklığı İstanbul ili baz alınarak aşağıdaki yapı elemanları seçildiği zaman havuz binasının duvarlarında yoğuşmanın olmayacağı hesaplanmıştır:

İç Sıva (2 cm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + PVC Köpük (3 cm, $\lambda = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + Delikli Tuğla (29 cm, $\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$) + Hafif Alçı Sıva (3 cm, $\lambda = 0,7 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$)

Üçüncü örnekte havuz binasında bulunan camların standart tek camdan ($k = 5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) olduğu gözönüne alındığı zaman 1 m^2 'lik kısmında iç hava şartları $KT = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi = \% 70$ koşullarında yoğuşma olacağı ortaya çıkmıştır. Yapılan hesaplar sonucu $k = 1,288 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olan çift cam kullanıldığı zaman yoğuşma olmadığı ortaya çıkmıştır.

Klimatizasyon bölümünde $T_{SU} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, hava şartları $KT = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi = \% 70$ olan bir kapalı olimpik havuzdaki buharlaşma miktarının hesabında aşağıdaki gibi yöntemler uygulanmaktadır:

<u>Yöntem</u>	<u>Buharlaşan Su Miktarı (W, kg/h)</u>
1- VDI 2089 Normuna göre	469,2187
2- Recknagel'e göre	168,6618
3- Temel kütle transferi denklemleri ile	
a- Chapman - Enskog	72,6375
b- Reid – Sherwood	32,75
c- Fuller	49,045
d- Chen – Othman	43,25
e- Stanley – Bird	43,625
f- Lewis'in D_{AB} 'sine göre	397,68
4- Klasik bilinen bir yöntem ile	96,625
5- Lewis	52,75
6- Ashrae	219,7557 veya 193,14

Bu konuda yılların tecrübeleri sonucu piyasada bulunan mühendislerin görüşü Recknagel'in kullandığı yöntemin kullanılması gerektiği yönünde olduğundan ve buna ilaveten bizce de bazı yöntemler fazla emniyetli bazıları ise yetersiz gözüktüğünden ortalama bir değer gibi gözüken (2) nolu şık tercih edilmelidir.



KAYNAKLAR

Ashrae Temel El Kitapları, Çeviren Prof.Dr. Osman GENCELİ

Bird, R.B., Steward, W.E. ve Lightfoot, E.N., (1960), ‘Transport Phenoemena’

Borhan, B. (1989), ‘Isı Yalıtımında YTONG’, YTONG Teknik Yayın no:3

Bölükbaşıoğlu, S., (1993), ‘Yüzme Havuzları’, I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 93 – Teskon / TES – 012

Bölükbaşıoğlu, S., (1995), ‘Yüzme Havuzları’, II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 95 – Teskon / TES – 058

Chapman, S. ve Crowling, T.G., (1951), ‘The Mathematical Theory of Non Uniform Gases’, Cambridge

Çeşitli Firma Katalogları

Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, T.M.M.O.B., no:214

Isısan Klima – Havalandırma Tesisatı, 1999, no:158

İşbilen, İ. (1999), ‘Kapalı Yüzme Havuzlarında Klimatizasyon’, Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, T.M.M.O.B, no:214, 165 – 186

Klima Rehberi II - 98, III – 99

Lewis, W.K. (1922), ‘Evaporation of a Liquid Into a Gas’, ASME Transactions, Vol 44

Pool Gear Şirketi (İngiliz) Eğitim Yayınları

Reid, R.C. ve Sherwood, T.K., (1958), ‘The Properties of Gases and Liquids’

Sherwood, T.K., Pigford, R.L. ve Wike, C.R., (1975), ‘Mass Transfer’

Sihhi Tesisat Proje Hazırlama Teknik Esasları, T.M.M.O.B

Tamer, Ş. (1990), ‘Klima ve Havalandırma Cilt 1’

UHE (Ulusal Havuz Enstitüsü Derneği) Haber Bülteni, (1999)

Yücel, T. (1995), ‘Yaz Kliması İçin Yardımcı Tablo ve Grafikler’

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	25.10.1974	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1989 – 1992	İstanbul Kabataş Erkek Lisesi
Lisans	1992 – 1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1996 – Devam Ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı
Çalıştığı kurum	1997 – Devam Ediyor	YTÜ Mak. Müh. A.B.D. Isı Proses Arş. Gör.

