

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

84927

AÇIK VE KAPALI YÜZME HAVUZLARININ
OPTİMİZASYONU

Mak. Müh. Deniz Ilgaz ARITAN

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

T.C. YÜKSEK
DOKÜMANTASYON MERKEZİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

84927

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Oğuz SOYLU

Prof. Dr. Oğuz SOYLU
Prof. Dr. İsmail Teke
Doç. Dr. Ahmet ALKAN

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. HESAPLAMA ve PROJELENDİRMEYE YÖNELİK HUSUSLAR.....	2
2.1 Su Hazırlık Prosesi.....	2
2.1.1 Flokulasyon + filtrasyon + klorlama.....	2
2.1.2 Flokulasyon + filtrasyon + klor – klordioksit.....	2
2.1.3 Flokulasyon + filtrasyon + ozonlama + aktif kömür taneli filtrasyon + klorlama.....	2
2.2 Hesaplama.....	2
2.2.1 Filtre tesisi.....	2
2.2.2 Pompa.....	3
2.2.2.1 Ölçümlendirme.....	3
2.2.2.2 Malzeme seçimi.....	3
2.2.3 Su kontrol ve ayar üniteleri.....	3
2.2.4 Dozaj tesisleri.....	4
2.2.5 Rezerv depo.....	4
2.2.6 Tesisat ve diğer su akış elemanları.....	5
3. HAVUZ TESİSATI ve UYGULAMA.....	6
3.1 Sirkülasyon Hattı.....	6
3.2 Taşma Hattı.....	6
3.3 Vakum Hattı.....	6
3.4 Ölçü Suyu Hattı.....	6
3.5 Vanalar ve Çekvalfler.....	6
4. HAVUZ SUYU HAZIRLIK TESİSİ EKİPMANLARI.....	7
4.1 Floklamanın (Toıpraklama) Görevi.....	7
4.2 Filtre Tesisi.....	7
4.3 Pompa.....	7
4.4 pH Dozaj Tesisi.....	7
4.5 Klor Dozaj Tesisi.....	8
5. HAVUZLARDA OZON – KLOR SİSTEMİ HİJYENİZASYONU UYGULAMALARI.....	9
5.1 Dezenfeksiyon Nedir?.....	9
5.1.1 Dezenfeksiyon yöntemleri.....	10

5.1.1.1 Fiziksel yöntemler.....	10
5.1.1.2 Kimyasal yöntemler.....	10
5.2 Havuz Özel Filtrasyon Sistemlerinin Tasarımı.....	10
5.2.1 Kirlenme.....	11
5.2.2 Filtrasyon sisteminin unsurları.....	11
5.2.3 Filtreler.....	12
5.2.3.1 Kum filtreleri.....	15
5.2.3.2 Tek atomitli filtreler.....	15
5.2.3.3 Kartuşlu filtreler.....	15
5.2.4 Filtrasyon sisteminin kapasitesinin hesaplanması.....	15
5.3 Havuz Suyu Sirkülasyon Filtrasyonu.....	17
5.4 Derin Yataklı Filtrasyonun Genel Mekanizması.....	17
5.5 Filtran Malzemeler.....	18
5.6 Kirliliğin İşleyebileceği Yatak Derinliği.....	20
5.7 Filtre Hızı ve Yatak Derinliği.....	21
5.8 Filtrenin Yıkınması.....	21
6. SANTRİFÜJ POMPALARDA PLASTİK MALZEME KULLANIMININ AVANTAJLARI ve PLASTİK KULLANIMINI SINIRLAYAN FAKTÖRLER..	24
7. SORUNLU SULARIN HAVUZDAN ÖNCEKİ ARITIMI.....	36
7.1 Havuzlarda Kullanılacak Su Nasıl Olmalıdır?.....	36
7.2 Havuzlarda Su Temini ve Kalitesi.....	36
7.3 Estetik Görünüm.....	36
7.3.1 Suyun rengi.....	37
8. KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA KLİMATİZASYON.....	39
8.1 Havuz Holü Yapısı.....	39
8.2 Tesisat Türleri.....	40
8.3 Proje Şartları.....	42
8.4 Buharlaşma Miktarının Hesabı.....	44
8.4.1 VDI 2089 normuna göre.....	44
8.5 Buharlaşma Etkisi İle Suyun Soğuması.....	49
8.6 Hava Debisi.....	50
8.7 Dış Hava Kullanımlı Tesisatlar.....	51
8.8 Isı Pompası Sistemli Tesisatlar.....	56
8.9 Isı Pompası ve Dış Hava Esaslı Sistemlerin Enerji Giderlerinin Karşılaştırılması..	62
8.10 Isı Ekonomizeri.....	63
9. YÜZME HAVUZLARINDA BORU OPTİMİZASYONU.....	67
9.1 Ekonomik Boru Çapının Bulunması.....	67
9.1.1 Kullanılacak pompanın debisi.....	67
9.1.2 Kum filtresi debisi.....	67
9.1.3 Besleme nozulu tespiti.....	68
9.1.4 Hidrolik hesaplar.....	68
9.1.4.1 Düz boru enerji kayıpları.....	69
9.1.4.2 Boru enerji kayıp katsayısının tayini.....	70
9.1.4.3 Lokal enerji kayıpları.....	71

9.1.4.4 Pompanın manometrik basma yüksekliği.....	71
9.1.5 Pompanın efektif basma yüksekliği.....	71
9.1.6 Maliyet hesapları.....	72
9.1.6.1 Moto – pomp elektrik sarfiyatı.....	73
9.1.6.2 Yatırım masrafı.....	73
9.1.6.3 Senelik toplam masraf.....	74
9.2 Bilgisayar Programının Tanıtımı.....	74
9.3 Örnek Hesap.....	74
10. SONUÇ.....	77
KAYNAKLAR.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	79



SİMGE LİSTESİ

a	Kişi başına su alanı
A	Akışa dik boru iç alanı
A	Havuzun su alanı
A_b	Su yüzeyi
A_f	Filtre kesit alanı
b	Kanat uzunluğu
BHO	Kondanser by-pass havası oranı
C_b	Su buharının ortalama ısısı
C_h	Havanın özgül ısısı
C_s	Suyun özgül ısısı
d	Kanat kalınlığı
d	Boru iç çapı
DHO	Dış hava oranı
F	Kamaya gelen kuvvet
g	Yerçekimi ivmesi
Δh	Evaporatör giriş – çıkış hava entalpi farkı
h	Kanat yüksekliğinin yarısı
H_g	Geometrik yükseklik
H_k	Toplam kayıp enerji
H_L	Düz boru enerji kaybı
H_m	Manometrik basma yüksekliği
H_u	Yakıt alt ısı değeri
H_V	Lokal enerji kaybı
I	Atalet momenti
J	Birim boru boyundaki enerji kaybı
k	Besleme memesi sayısı
k	Pürüzlülük miktarı
K	Toplam kayıp katsayısı
K	Isı iletim katsayısı
K	Kanatlara gelen toplam kuvvet
l	Taşma kanalı uzunluğu
L	Toplam boru uzunluğu
M	Hava debisi
M	Eğilme momenti
M_e	Evaporatörden geçen hava debisi
N	Tüm havuz suyunun sirkülasyonu için geçen süre
N_m	Seçilecek elektrik motorunun gücü
ORP	Oksidasyon redoks potansiyelleri
P	Hava özgül ağırlığı
P_h	Hol havasının basıncı
P_m	Kompresör motoru mil gücü
P_s	Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki basıncı
Q	Sirkülasyon debisi
Q_{BN}	Besleme memesi debisi
Q_F	Filtreleme kapasitesi

Q_1	Havanın hol şartlarına kadar ısıtılması için harcanacak enerji
Q_k	Kondensasyon kapasitesi
Q_s	Soğutma kapasitesi
r	(t_s) sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısısı
R	Kamanın ortalama yarıçapı
R	Çark kanatlarının ortalama yarıçapı
r_0	0 ⁰ C sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısısı
SEM	Moto-pomp elektrik sarfiyatı
SFA	Toplam filtreleme alanı
SSM	Senelik sabit masraf
STM	Senelik toplam masraf
STSM	Senelik toplam sabit masraf
T	Tork (dönme momenti)
$t_{ç-dış}$	Dış havanın ekonomayzerden çıkış sıcaklığı
t_d	Dış hava sıcaklığı
t_{ev}	Evaporasyon sıcaklığı
t_i	İç hava sıcaklığı
t_k	Karışım sıcaklığı
t_{kon}	Kondensasyon sıcaklığı
t_s	Buharlaşan suyun sıcaklığı
V	Denge deposu toplam hacmi
V_F	Filtreleme hızı
V_{max}	Havuz kapasitesi
V_R	Filtre temizliği için kullanılan su hacmi
V_v	Yüzenlerin taşıdığı su hacmi
V_w	Dalgalanmalar ve sirkülasyon nedeni ile taşan su hacmi
W	Buharlaşan su miktarı
W	Kanat başına gelen kuvvet
X_d	Dış hava mutlak nemi
X_h	Hol mutlak nemi
X_h^t	Hol havasının ulaşacağı teorik mutlak nem seviyesi
X_s	Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki mutlak nemi
σ	Buharlaşma sayısı
σ	Gerilim
α	Emniyet katsayısı
λ	Boru enerji kayıp katsayısı
ν	Öngörülen sıcaklık için akışkanın kinematik viskozitesi
ϵ	Toplam buharlaşma sayısı
η_{ek}	Ekonomayzer ısı verimi
η_g	Pompa genel verimi
η_k	Kazan verimi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 5.1 Suyun kum filtrelerinde süzülmesini sağlayan unsurların genel görünüşü....	.18
Şekil 5.2 Filtran malzemenin kırılgenlik grafiği.....	.20
Şekil 6.1 Plastiklerin tipik çekme diyagramı.....	.31
Şekil 6.2 Plastiklerin devamlı yükleme süresi için çekme gerilmesi diyagramı.....	.32
Şekil 6.3 Plastiklerin sıcaklık ve devamlı yükleme süresi için gerilme grafikleri33
Şekil 6.4 Plastiklerin sıcaklık için gerilme grafiği.....	.34
Şekil 6.5 Plastiklerin sıcaklık için gerilme grafiği.....	.35
Şekil 8.1 Psikometrik diyagram.....	.46
Şekil 8.2 3 °C'lik hava-su sıcaklık farkı için buharlaşma miktarları.....	.49
Şekil 8.3 Ankara şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları.....	.52
Şekil 8.4 Ankara şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları.....	.54
Şekil 8.5 İzmir şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları55
Şekil 8.6 Soğutma kompresörü devresi.....	.57
Şekil 8.7 Santral hava akış şeması.....	.58
Şekil 8.8 Klima santralinin hava akış şeması.....	.64
Şekil 8.9 Ekonomizerli ısı pompası tesisatı çalışma şartları.....	.65
Şekil 9.1 Boru çapı masraf eğrileri.....	.76

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Filtre tesisi.....	...2
Çizelge 2.2 Malzeme seçimi.....	...3
Çizelge 5.1 Filtrasyon sistemi unsurları.....	.12
Çizelge 5.2 Filtre türleri.....	.14
Çizelge 5.3 Tek yataklı filtrenin karakteristik özellikleri.....	.22
Çizelge 5.4 Tek yataklı kum filtrelerinde yıkama süreleri.....	.22
Çizelge 5.5 Efektif çapa bağlı olarak yıkama hızları.....	.23



ÖNSÖZ

Bu konuda çalışmamı sağlayan değerli hocam sayın Prof. Dr. Oğuz Soylu'ya ve Termodinamik Ana Bilim Dalının tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.



ÖZET

Esas itibariyle her havuz kendine özgü mimari ve kullanım amaçlarına sahiptir. Talepleri de doğal olarak bunlar belirler. İşte buradaki temel amaç; yüzme havuzu - yaptırmayı planlayan kişi ve kurumların gerek projelendirme, gerekse yapım ve malzeme seçimi aşamaları için oluşturacakları teknik şartnamelere yol gösterici genel bir çerçeve oluşturmaktır. Havuza ilişkin ilk tasarımdan hesaplamaya, projeye, malzeme seçimine ve uygulamaya kadar konuları her yapılacak olan havuzun doğal aşamaları arasındadırlar.

Bu tez çalışmasının içeriğinde ifade edilmeye çalışılan kısımlar günümüz koşullarında açık veya kapalı herhangi bir yüzme havuzlarında bulunması gereken minimum özellikleri kapsamaktadır.

Mimari ve statik projeleri bir tarafa bırakırsak, havuzun elektrik – mekanik tesisatının planlanması ve yapımına ilişkin tercihler, hesaplamalar, tablolar, alternatifler, malzemelere ilişkin bilgiler, hatta havuz tekniğine ait özellikle seçim ve hesaplamalarda önemli olabilecek bilgilere burada yer verilmiştir. Bütün bunlar yapılırken yalnızca en güncel ve yüksek teknik esas alınmış ve her şey mevcut talimatlar içinde değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

Every pool has its own special design and ways of using and these will define the demands. The main aim in here is to create a general frame in order to lighten the technical specifications for the process of making a project and selecting the materials.

Starting from the first drafts to the estimating, choosing the materials and applying include in the natural process of the pool.

In this thesis, you will find the things that an open or covered pool needs to have.

Here, you will find the information about (Putting the architectural and static projects aside) the choices on the planning and making of the mechanics, calculations, pictures, alternatives and information about the used materials. Gathering this information, the latest techniques are being considered and used.

1. GİRİŞ

Yüzmeyi en basit ifade ile; insanın doğasında varolan suyla birleşme arzusunu yerine getirmek için eylem biçimi olarak tanımlayabiliriz...

Suyun insan ve tüm canlıların yaşamındaki önemini bilmekteyiz. Son yıllarda ekolojik dengenin bozulması ile sağlıklı su kaynakları azalmış ve kirlenmiştir. Sanayi yatırımlarının artması doğal dengeyi bozarken, sanayileşme, kentleşme, uydu kentlerin oluşumu, metropollerin ortaya çıkması, çarpık yapılaşma doğal yüzme ortamlarını azaltmış ve bu yeni yaşam ilişkilerinden ortaya çıkan ihtiyaçlar insanların suyla buluşmasını teknolojinin de katkısı ile farklı ortamlarda sağlamıştır.

Günlük hayatımızda kullandığımız sular gerek çıktığı kaynaklarda gerekse alım yapılan noktalarda genelde içme veya kullanım amaçlarına uygun bulunmazlar. İnsanların yüzme sporunu kesintisiz olarak yapma istekleri, “açık” havuzların “kapalı”ya dönüşmesine neden olmuştur.

Havuz içinde kullanılan su güzelleştikçe, havuz zevki daha da artar. Kendi havuzuna istekle atlamaktan daha güzel ne olabilir? Sabah tempolu bir güne başlamadan önce, yoğun bir iş gününden sonra sakinleşmek için, boş zamanlarda yeni kuvvet ve enerji toplamak için, kendimize ve sevdiklerimize temiz ve taze bir suda yüzme zevkini ve eğlenceyi tattırmak için havuzların normlara uygun şekilde yapılması gerekmektedir.

İnsan sağlığı ve can güvenliği ile yakından ilgili olan yüzme havuzları; tasarımından, yapımına, işletmesine kadar tüm aşamalarında uygun yapılmalıdır. Standartlara uygun havuz yapmak teknik ve etik vazgeçilmez bir zorunluluktur. Sağlıklı yüzme ortamlarının yaratılmasının vazgeçilmez diğer bir koşuluda her aşamada kontrol edilmesidir.

Yüzme havuzları uzun süreli bir yatırım olduğundan baştan yapılacak hatalı bir uygulama hem işletme maliyetini arttıracak, hem de sonradan düzeltilmesi istense bile büyük bir yatırım kaybına neden olacaktır. Bu nedenle yüzme havuzlarının optimum performansı verecek biçimde dizaynı büyük önem arz etmektedir.

2. HESAPLAMA VE PROJELENDİRMEYE YÖNELİK HUSUSLAR

Hesaplama ve projelendirmeye ilişkin temel elemanın seçiminde ve ölçümlendirilmesinde aşağıdaki verilmiş bilgi, tablo ve formüller esas alınır.

2.1 Su Hazırlık Prosesi

2.1.1 Yüzdürme + Filtrasyon + Klorlama

2.1.2 Yüzdürme + Filtrasyon + Klor - Klordioksit

2.1.3 Yüzdürme + Filtrasyon + Ozonlama + Aktif kömür taneli filtrasyon + Klorlama

2.2 Hesaplama

2.2.1 Filtre tesisi

Hesaplama aşağıdaki çizelge 2.1'e göre havuz tiplerine bakılarak yapılır.

Çizelge 2.1 Filtre tesisi

Havuz Tipi	Su derinliği (m)	Sirkülasyon debisi Q (m ³ /h)
Atlama havuzu	≥ 3.40	0.222 A/k
Derin havuzu	> 1.35	0.222 A/k
Sığ havuzlar	0.6 - 1.35	0.37 A/k
Su atraksiyonu olanlar	0.6 - 1.35	0.37 A/k + 6 P
Kaydırak havuzları	1.0 - 1.35	0.37 A/k + 6 P
Çocuk havuzları	< 0.51	A/k
Ayak yıkama havuzu	0.10 - 0.15	V
Küçük havuz	< 1.36	0.25 V
Masaj havuzları (Kombine)	< 1.1	20 V
Terapi havuzları	< 1.36	V
Soğuk su (şok) havuzları	1.10 - 1.5	V

2.2.2 Pompa

2.2.2.1 Ölçümlendirme

Rezerv depodan başlayarak havuz girişlerine kadar ki tüm akış alanındaki ve ilave işletme kayıplarını (Filtrasyon ve ters yıkama sırasında optimum sonuçları sağlamak koşuluyla) karşılamak üzere, hesaplanmış su akışını sağlamalıdır.

2.2.2.2 Malzeme seçimi

Çizelge 2.2 Malzeme seçimi

Pompalar	Pompa gövdesi	<ul style="list-style-type: none"> • Pik döküm • Bronz döküm • Plastik malzeme
	Pompa mili	<ul style="list-style-type: none"> • Korozyona dayanıklı kaplaması olan alaşımsız çelik • Paslanmaz çelik
	Çark	<ul style="list-style-type: none"> • Bronz döküm • Sentetik malzeme • Pik döküm
Ön filtre	Dış kabı	<ul style="list-style-type: none"> • Korozyona dayanıklı kaplaması olan alaşımsız çelik • Plastik malz. • Pik döküm • Paslanmaz çelik • Bronz döküm

2.2.3 Su kontrol ve ayar üniteleri

Su parametrelerindeki değişimi izlemek ve kontrol etmek için su kontrol ve ayar üniteleri kullanılır. Cihaz; doğrudan havuzdan ve su yüzeyinin 30 cm altından alınan numune suyunu elektro-kimyasal klor-pH-Redox elektrotları ile ölçen, değerleri okunabilir şekilde

sayısal veya analog olarak gösterebilen, uyarıcı arıza ve ikaz donanımlarına sahip, ayarlanan sınırlar dahilinde dozaj tesislerini veya başkaca cihazları harekete geçirip durdurabilen, kolayca ayar ve kontrolleri yapılabilen bu cihaz sisteme eklenir.

2.2.4 Dozaj tesisleri

Kullanılacak kimyasal malzemenin türüne göre seçilmiş olmalı, su kontrol ve ayar üniteleri ile birlikte çalışabilmeli, ayarlanabilmeli, dozaj rejimi yapılan ayar doğrultusunda düzenli olmalı ve kapasite olarak optimum ölçülerde seçilmelidir.

2.2.5 Rezerv (denge) depo

Rezerv depo hesaplanmasında aşağıdaki yöntem uygulanır. Suyun yüzeyden sürekli olarak taşmasını garanti etmek için su miktarındaki düzensizlikleri dengeleyecek bir depo olmalıdır. Yüzücülerin taşıdığı, sirkülasyon debisi miktarından dolayı olan taşma ve ters yıkama suyu rezerv depoda toplanır. Hacmi aşağıdaki denklemden belirlenir.

$$V=V_V+V_W+V_R \quad (2.1)$$

$$V_V=0,075 \cdot A/a \quad (2.2)$$

$$V_W=0,052 \cdot A \cdot 10^{0,144 \cdot (Q/l)} \quad (2.3)$$

$$V_R=6 \cdot A_F \quad (2.4)$$

Denge deposu, içerisinde düzenli bir akış olacak şekilde yapılmalıdır. Yapılan hesap denge deposunda bulunması gereken en az su miktarıdır. Denge deposundaki su eksilmeleri en çok 2 saatte otomatik olarak takviye yapacak bir düzenekle karşılanmalıdır. Filtrelerin ters yıkama zamanları denge deposunda eksilen suyu tamamlanma zamanından kısa olamaz. Denge deposunda suyun bitmesi ve pompaların susuz çalışması emniyetli bir düzenek ile dengelenmelidir.

2.2.6 Tesisat ve diğ er su akış elemanları

Suyun havuz içine giriş ve çıkışı; suyun havuz içinde her noktada değışimini sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Bu hareket, su içindeki dezenfektan maddelerin karışımını ve kirliliklerin devirdaime katılmasını temin eder. Bunun için havuz yüzeyinin her 6 –8 m² si için bir besleme elemanı düşünölmelidir. Besleme nozul veya paletleri iyi bir karışım için tercihen havuz tabanına yerleştirilmelidir. Tabana yerleştirilen beslemeler suyu tabandan yüzeye doğru diyagonal bir şekilde dağıtmalı ve ağızlar 2 mSS basınç oluşturacak büyüklükte planlanmalıdır. Havuz içindeki beslemeler yatay yönde duvardan ise, besleme ağızları (dikdörtgen havuzlarda) havuzun uzun kenarına şaşırtmalı olarak yerleştirilir. Beslemeler arası açıklık en çok uzun kenarın 1/3 ü kadar olabilir, diğ er durumda havuz kenarı boyunca eşit mesafeli olarak yerleştirilir. Pompa seçiminde denge deposundan besleme nozullarına kadarki tüm kayıplar dikkate alınmalıdır. Suyun temizliğinin sağlanması için havuzun tüm çevresinde taşma kanalları inşa edilmeli ve yüzeyden taşan suların miktarı toplam sirkülasyona göre mümkünse %100 veya en az %50 olmalıdır. İstisna olarak dalga havuzlarında dalganın çalıştığı anlarda tüm kapasitenin alıkonulması gerekmektedir.

3. HAVUZ TESİSATI VE UYGULAMA

Havuz su sirkülasyonunun gerçekleştiği tüm boru tesisatını içerir. Tüm tesisat sızdırmaz, boşaltılabilir, en kısa yollardan ve mümkün olan en az karşı direnç oluşturacak şekilde planlanır.

3.1 Sirkülasyon Hattı

Rezerv depo pompa emişi noktasından, temiz suyun havuzun tabanından veya yandan havuza ulaştığı noktaya kadar akış yolunun tümüdür.

3.2 Taşma Hattı

Havuz taşma kanallarından itibaren dönüş suyunu rezerv depoya taşıyan ana boru hattıdır.

3.3 Vakum Hattı

Vakum sağlanması için yapılan hattır.

3.4 Ölçü Suyu Hattı

Ölçü suyu beton geçişinden, ölçü kabına kadar olan numune su hattının tümüdür

3.5 Vanalar ve Çekvalfler

Tesisatta kullanılacak vanalar ve çekvalfler seçilir.

4. HAVUZ SUYU HAZIRLIK TESİSİ EKİPMANLARI

4.1 Floklamamın (Topaklama) Görevi

Yüzme havuzunun suyunda bulunan bulanıklık yapan maddeleri, kolloid maddeleri ve bir kısım suda çözülmüş maddeleri filtre edilebilir bir yapıya getirebilmek, devamlı ve doğru miktarda dozajı yapılacak floklama maddesi ile mümkündür. Floklama işleminde esas olarak kütle büyütme işlemi gerçekleştirilir. En uygun floklama için uygun PH değeri 6,5 – 7,4 arasındadır. Asit kapasitesinin (karbonat sertliği) floklama maddesi ile azaldığına dikkat edilmelidir.

4.2 Filtre Tesisi

Havuz su hazırlama tesisinin esas elemanıdır. Fiziksel olarak suyun temizlenmesi burada gerçekleşir.

4.3 Pompa

Pompaların emiş boruları mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Emme borusu tesisatı pompanın emişi sırasında kesinlikle vakum etkisi ile hava emmeyecek şekilde yapılmalıdır. Pompa kesin olarak susuz çalıştırılmamalı ve bunun için ilave önlemler alınmalıdır. Gövde zemine sağlamca bağlanmalı ve araya titreşim absorbe edici takozlar konulmalıdır.

4.4 pH Dozaj Tesisi

pH değerinin ve asit kapasitesinin havuz suyunun hazırlanması için önemi: pH değeri asit, nötr ve bazik reaksiyonlar hakkında bilgi veren bir ölçüm sayısıdır. Dezenfeksiyon, floklama, filtrasyon, suyun korozyona eğilimi ve havuzu kullananların suda rahat etmeleri önemli ölçüde pH değerine bağlıdır.

4.5 Klor Dozaj Tesisi

Havuzlarda kullanılacak klorlar yalnızca içme suları için müsaade edilen anorganik klorlardır. Klor havuz içindeki bakteri, yosun , virüs ve sporları öldürmekle kalmaz ayrıca oksidasyon (Islak Yanma) yoluyla yok eder.



5. HAVUZLARDA OZON - KLOR SİSTEMİ HİJYENİZASYONU UYGULAMALARI

Yüzme havuzları dezenfeksiyon ve hijyenizasyonunda kullanılan fiziksel veya kimyasal dezenfektanların içinde, içme suyu saflığında suyu oluşturmada kullanılan önemli oksidanlar vardır. Bunlardan en önemlileri olarak bilinen klor ve ozonun, ayrı ayrı ya da birlikte kullanımı ile ilgili özellikleri ve yerinde üretilebilen tiplerini içeren bilgilendirilmiştir.

5.1 Dezenfeksiyon Nedir ?

Sularda dezenfeksiyon ve hijyenizasyon; anlamları itibariyle söz konumuz olan suyun içinde barınmakta olan patojenik mikroorganizmaların ayrıştırılarak, güvenle içilebilir ya da kullanılabilir bir su ortamının oluşturulması ve suyun içerdiği tüm canlı organizmaların yok edilmesi (Sterilize) işlemleri demektir

Genel olarak ideal bir dezenfektan maddenin özellikleri şöyle olmalıdır.

- Patojenik mikroorganizmaları kısa zamanda yok etmelidir.
- Suya renk, koku, tad ya da artık zehirli madde bırakmamalıdır.
- Dezenfektan madde dozajı kolayca ayarlanabilmelidir.
- Kullanımda aşırı bir bilgi ihtiyacına gerek olmamalıdır.
- Dezenfeksiyon için kullanılan maddenin su içindeki derişikliğinin sürekli kontrol edilebilir olması gerekliliği ve ölçümü kolay olmalıdır.

Dezenfeksiyon süresine etki eden faktörler ise şöyle sıralanabilir.

- Artılacak suyun kimyasal karakteri ve sıcaklığı
- Giderilecek olan mikroorganizmaların çeşidi ve derişimi
- Dezenfeksiyon maddesinin çeşidi
- Temas süresi

Dezenfeksiyon için kullanılan kimyasalların hemen hemen tümünde aranan en önemli özellik, iyi bir oksitleyici (Oksidan) madde olmalarıdır. Kullanıldıkları ortamda serbest

oksijenin açığa çıkacak şekilde reaksiyona girebilmeleri sağlanmalıdır. Oksidasyon karakteristikleri redoks potansiyelleri (ORP) ile belirlenir ve bu kavram sayesinde dezenfektan maddelerin verimi anlaşılabilir. ORP değerleri genellikle dezenfektanın diğer ürünlerle reaksiyona girebilme eğilimlerini belirler. Ancak bu değerler reaksiyonun kinetiğini değil, oksitleyici dezenfektan maddelerin öldürücü potansiyelini gösterirler.

5.1.1 Dezenfeksiyon yöntemleri

5.1.1.1 Fiziksel yöntemler

Bu grup içinde ısı ile dezenfeksiyon ve ultraviyole ışık ile dezenfeksiyon sayılabilir

5.1.1.2 Kimyasal yöntemler

Alkali asitler ile dezenfeksiyon bu yöntemi oluşturmaktadır.

5.2 Havuz Özel Filtrasyon Sistemlerinin Tasarımı

Bir yüzme havuzu birbirinden farklı fakat işlevsel olarak birbirlerini tamamlayan ve bir arada YÜZME HAVUZU olgusunu meydana getiren iki temel unsurdan oluşur bunlardan birincisi havuz suyunu içinde bulduran ve çok farklı tekniklerle imal edilebilen HAVUZ, diğeri de havuz suyunun hazırlanması ile ilgili teknik ekipmanın tümünü genel olarak ifade eden FİLTRASYON SİSTEMİ dir. Havuz, estetik, ekonomik ve fonksiyonel tercihler neticesi, şekil, ebat, malzeme ve imalat tekniği yönünden farklılıklar gösterir. Filtrasyon sistemi ise suyun hazırlanması ile ilgili farklı teknik ve prosesleri kapsayacağı gibi boyutlandırılmasında da çevre etkisi, kullanma tipi ve sıklığı, kullanıcı sayısı, yöresel klima gibi faktörler dikkate alınır. Havuz çanağını filtrasyon sistemi olmaksızın yüzme havuzu gibi düşünebilmek pratikte mümkün değildir; bunun nedeni KİRLENME olgusudur. Kirlenmenin tanımı, etkileri ve kaynaklarının çok iyi bilinmesi filtrasyon sistemlerinin doğru tasarımı için gerekli ilk şarttır.

5.2.1 Kirlenme

Kirlenme tanım olarak, her biri başlı başına kirlilik ifade eden bir karakter çağrıştırmaları da, havuz suyunun en aranan özelliği olan berraklığı nı gittikçe artan şekilde bozan unsurların tümünün meydana getirdiği etkiye verilen addır. Kirlenme hava akımı ile çok şekilde katı partikülün havuza dahil olması şeklinde olabileceği gibi, kullanıcılarda üzerlerinde taşıdıkları mikroorganizma ve partiküllerle, ayrıca ter ve mukoza salgılarıyla ve koruyucu olarak adlandırılan kozmetik ürünlerinin suya katılımıyla kirlenme olgusunda önemli pay taşırlar. Kirlenmeye karşı önlem ve giderici tekniklerin oluşturulmasında bilinmesi ve unutulmaması gereken nokta şudur: gerek hava akımlarıyla, gerekse insan yoluyla her türlü kirliliğin havuza ilk girdiği yer havuzun su yüzeyidir.

5.2.2. Filtrasyon sisteminin unsurları

Havuz suyunda kirlenmenin incelenmesi ve kirlenmeye karşı kullanılan yöntemler esasında filtrasyon sisteminin ana unsurlarını ifade eder.

Mekanik Temizleme: Süspansiyon halindeki katı partikülleri elemine eder.

Dip ve Yüzey Temizliği: Yüzeydeki partikülü dibe çökmeden, çökmüş partikülü ise vakum yoluyla giderir.

Kimyasal Temizleme: Filtrasyon sistemine yardımcı kimyasal elementler yoluyla diğer iki unsur tarafından giderilemeyecek kadar ince kirliliği nötralize eder.

Havuz örtüleri de filtrasyon sistemlerine yardımcı ve kirlenmeye karşı çok etkin bir önlem oluştururlar.

Çizelge 5.1 Filtrasyon sistemi unsurları

KİRLENME	RİSK OLUŞTURMA	ETKİ	GİDERİCİ UYGULAMA
Mineral Kökenli Kum Kil Toprak	Tehlikesizdir	Türbidite Bulanık su	Filtre ile elimine edilir.
Organik Kökenli Yaprak Böcek Polen Yosun Bakteri Mantar	Enfeksiyon odakları olarak artış gösterebilirler yosun ve mikro organizmaların gelişimine uygun şartlar hazırlarlar	Yosun artışı ile bulanmış ve patojen mikro organizmalarla enfekte olmuş havuz suyu	Filtre ile elimine edilir + kimyasal elementlerle nötralize edilir.
Suda Çözelti Haldeki Maddeler	Direkt tehlike düşüktür.	Uzun vadede suyun doğal dengesinin bozulması söz konusudur	Kimyasal elementlerle nötralize edilir + Kısmi su ilavesi yapılır.

5.2.3 Filtreler

Havuz filtrasyon sistemlerinde filtreler vazgeçilmez unsurlardır. Filtre tanklarının içinde bulunan filtreleyici ortam üzerinden su geçişi esnasında suda bulunan partiküller burada tutularak suyun berraklaşması sağlanır. Güvenilir bir filtre olmak için filtre sistemleri tutmuş oldukları partiküllerin kolayca dışarı atılabilmesine olanak tanır özellikte olmaları gereklidir. Aksi takdirde tıkanma fazlasının su geçişini engellemesi ve sistemin işleyişini nötralize etmesi söz konusudur. Bununla beraber belirli seviyelerde kalan tıkanmanın normal olduğu ve hatta kum filtrelerinde bu durumun filtrasyon hassasiyetini ve filtre performansını iyileştirdiği de unutulmamalıdır. Filtreler sudaki turbiditeyi bertaraf etmekte

dezenfektan maddelerin işlevlerini etkin bir şekilde yapabilecekleri uygun ortam hazırlarlar. Pratikte, özel havuzlarda uygulanan filterler üç grupta sınıflanır.

- Kum Filtreleri (Hydro – anthrasitli tipler de dahil)
- Kartuşlu Filtreler
- Diatomitli Filtreler



Çizelge 5.2 Filtre türleri

	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 micron	10 - 20 micron	2 - 5 micron
Haftalık bakım	Ters yıkama	Durulama Fırçalama	Diatomitin tekrar süspansiyon hale getirilmesi
Sezonluk bakım	Asitle muamele	Asitle yıkama	Filtrenin yeniden diatomitle beslenmesi
Filtrasyon inceliğinin arttırılması	Flokulasyon	Daha hassas kartuş kullanılması	Filtrasyon hassastır gerekli değildir.
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.

Her üç tip de çeşitli yönlerden incelendiklerinde birbirlerine göre artı ve eksiler göstermektedir.

5.2.3.1 Kum filtreleri

Hemen hemen her tip havuza uygun farklı kapasitelerde kolayca boyutlandırılabilen, dayanıklı ve eskimeye kapalı filtrelerdir. Filtran maddenin (kuartz kumu) değişimi ortalama 5 senedir. Bununla beraber her sene %33 lük HCL (1 filtre için) ile CaCO₃ ve benzeri birikimler gerekli olabilir.

5.2.3.2 Tek atomitli filtreler

Diatomitli filtreler, mükemmel olmamalarına karşın filtrasyon inceliği bakımından en üst sınıfı teşkil ederler, 0,002 ila 0,005 mm çaplı partikülleri tutabilme özellikleri vardır ki, bazı büyük bakteriler dahi bu tip filtrelerde tutulabilirler. Buna bağlı olarak bu tip filtrelerde flokulan kullanımı gerekli değildir, hatta kullanılması halinde filtrenin birdenbire tıkanması söz konusudur. Yüksek filtreleme kalitesinin yanı sıra, düşük kimyasal madde tüketimi ve su sarfiyatının olmaması, bu filtre tipinin belli başlı üstünlükleridir.

5.2.3.3 Kartuşlu filtreler

Bu tip filtrelerin, az yer tutmaları, basit yapılı olmaları ve hassas filtrasyon yapabilmeleri (0,01 ile 0,02 mm) en büyük avantajlarıdır.

5.2.4 Filtrasyon sistemi kapasitesinin hesaplanması

Özel havuzlarda tesis edilen filtrasyon sistemlerinden beklenen, havuz suyunun berrak, dezenfekte ve hatta dezenfektan özellikte, su parametreleri uygun sıcaklığının konfor şartlarını karşılar seviyede olmasıdır.

Filtrasyon sisteminin boyutlandırılmasında çevrimin hesaplanması öncelikle önem taşır. Havuz suyunun tamamının filtre üzerinden bir kez geçirilmesi çevrim olarak adlandırılır. Çevrim dikkate alındığında, iki karakteristik büyüklük önemlidir:

- Bir çevrim için gerekli süre
- Günlük filtrasyon süresi

Bir çevrim için gerekli süre, 4-8 saat arası seçimler çeşitli norm ve standartlarda yer almakta ve havuzun projelendirilmesi mühendis veya firmanın tercihi olmaktadır. Kullanıcı sayısı, çevre faktörü, bulundurulmuş klima, müşteri tercihi gibi unsurlar, bu tercihte rol oynamaktadır. Çevrim zamanı olarak özel havuzlarda 6 saat seçimi, pek çok normun uygun gördüğü doğru bir seçimdir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken konu, pompa kapasitesinin belirlenmesinde nominal debi ile pratikte sağlanan gerçek debinin birbirinden ayırt edilebilmesidir. Filtrasyon sistemi hidrolik devresinde pompa tarafından havuzun belli noktalarından emilen suyun filtre üzerinden geçirilerek havuza geri döndüğü bir kapalı çevrim söz konusudur. Filtreler hangi tip olursa olsun, işlevleri gereği sudaki partikülleri tutmak sureti ile yavaş veya hızlı, az veya çok tıkanmaya uğrayacaklardır. Bu tıkanmanın doğal sonucu olarak filtrede oluşan direnç hidrolik devreye bir manometrik artış olarak yansıtacaktır.

Çevrim süresi kadar önem taşıyan bir diğer konu ise filtre boyutlandırmasıdır. Filtreden su geçişinin yavaşladıkça filtrasyon etkinliğinin artacağı unutulmaması gereken bir konudur. Çeşitli filtre tipleri ile ilgili farklı filtre geçiş hızları kabul görmektedir.

Filtreleme, sıvı içersine karışmış katı maddelerin paröz bir ortamdan geçirilerek, katı maddelerden arındırılmasıdır. Filtreler filtrasyon tekniği bakımından aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılabilir.

- I. Süspansiyon maddeler, deliklerden büyükse, filtre sathında tutulabilirler. Bu filtreleme sistemine *yüzey filtrasyonu* denir (Izgaralar, delikli süzgeçler).
- II. Filtre üzerindeki delikler takviye maddelerle kalınlaştırılarak küçültülür ve daha ince süspansiyon maddelerin tutulmalarını sağlıyorsa *takviye yataklı sath filtrasyonu* denir (Bobin, kartuş, seramik filtreler).
- III. Filtreler üzerindeki delikler takviye paroz süspansiyon maddelerle küçültülür ve daha ince süspansiyon maddelerinin tutulmalarını sağlıyorsa, *yardımcı takviye yataklı yüzey filtrasyonu* denir (Tek otomat)

IV. Süspansiyon maddeler paroz bir kitle içerisinde derinlemesine tutuluyorlarsa buna hacim veya derin yatak filtrasyonu denir. (kum, antrasit, bims, aktif kömür, iyon değiştirici filtreler)

5.3 Havuz Suyu Sirkülasyon Filtrasyonu

Sirkülasyon filtrasyonu iki ana fonksiyona sahiptir.

- Birincisi, etkin mekanik filtrasyon ile, bulanıklılığı, kirliliği hatta mümkün olduğunca bakteri ve mikropları sudan uzaklaştırmak.
- İkincisi, temizlenmiş, kristal berraklıktaki suyu, havuzda bulunan hafif kirlenmiş su ile devamlı karıştırmak, suyun yoğunluğunu azaltmak havuz suyunu da berrak ve sağlıklı bir su haline getirmektir.

Yukarıdaki anlatımdan da anlaşılacağı gibi, kapalı devre sirkülasyonu havuz suyu kirliliği, havuza giren insanlar ve çevrenin etkisi ile bağlantılıdır.

5.4 Derin Yataklı Filtrasyonun Genel Mekanizması

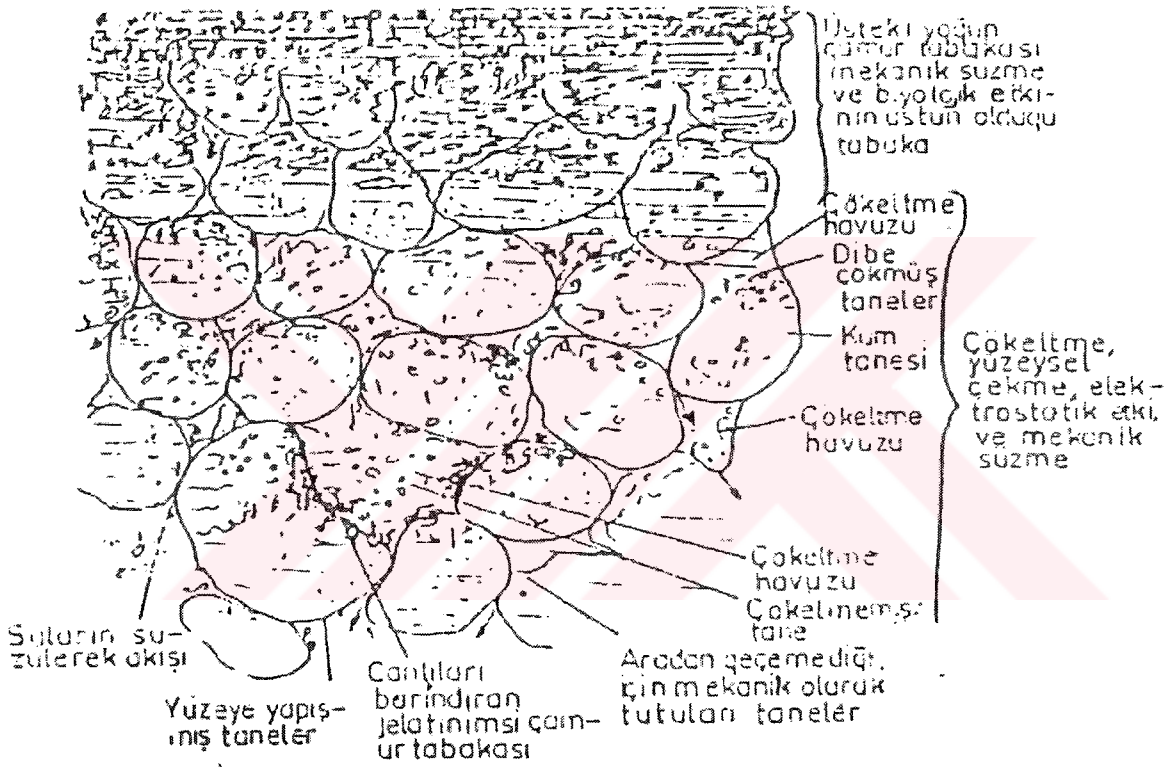
Su, filtrasyon malzemesi tabakası içinden geçtiği zaman askı ve kolloidal maddelerin hemen hemen tamamı tutulur; kimyasal özelliklerden bazıları değişir ve bakterilerin miktarı azalır

Bu sonuç belli başlı dört olayın etkisi ile meydana gelir.

- Mekanik Süzülme,
- Çökelme ve Adsorbsiyon,(Yüzeysel Çekim)
- Elektriksel Etkiler,
- Biyolojik Değişiklikler

Mekanik süzülme suretiyle su içinde bulunan kaba taneler, filtran malzeme tabakasının üst kısmında, filtran malzeme tanelerinin birbirine temas ettiği kenarların arasında ise her büyüklükteki askı maddeler mekanik olarak tutulur. Bazı küçük taneler ile bakteriler

çökeltme, adsorpsiyon ve elektrostatik çekim neticesinde tutulur. Kum taneleri arasındaki küçük boşluklar birer çökeltme havuzu gibi çalışır ve su içerisindeki kolloidal taneler ile bakteriler, yer çekimi, parçaların kitlelerinden dolayı birbiri arasındaki çekme kuvveti ve taneler üzerindeki değişik elektrik yüklerinden meydana gelen manyetik kuvvet tesirleri altında birbirine yapışıp büyüyerek bu havuzlar içerisindeki tanecikler üzerine çöklerler. Filtran malzeme tanelerinin yüzeyine de çökelen askı maddelerinden dolayı jelatinimsi bir tabaka meydana gelir ki bu da, askı maddelerinin kolay tutulmalarını sağlar.



Şekil 5.1 Suyun kum filtrelerinde süzülmesini sağlayan unsurların genel görünüşü

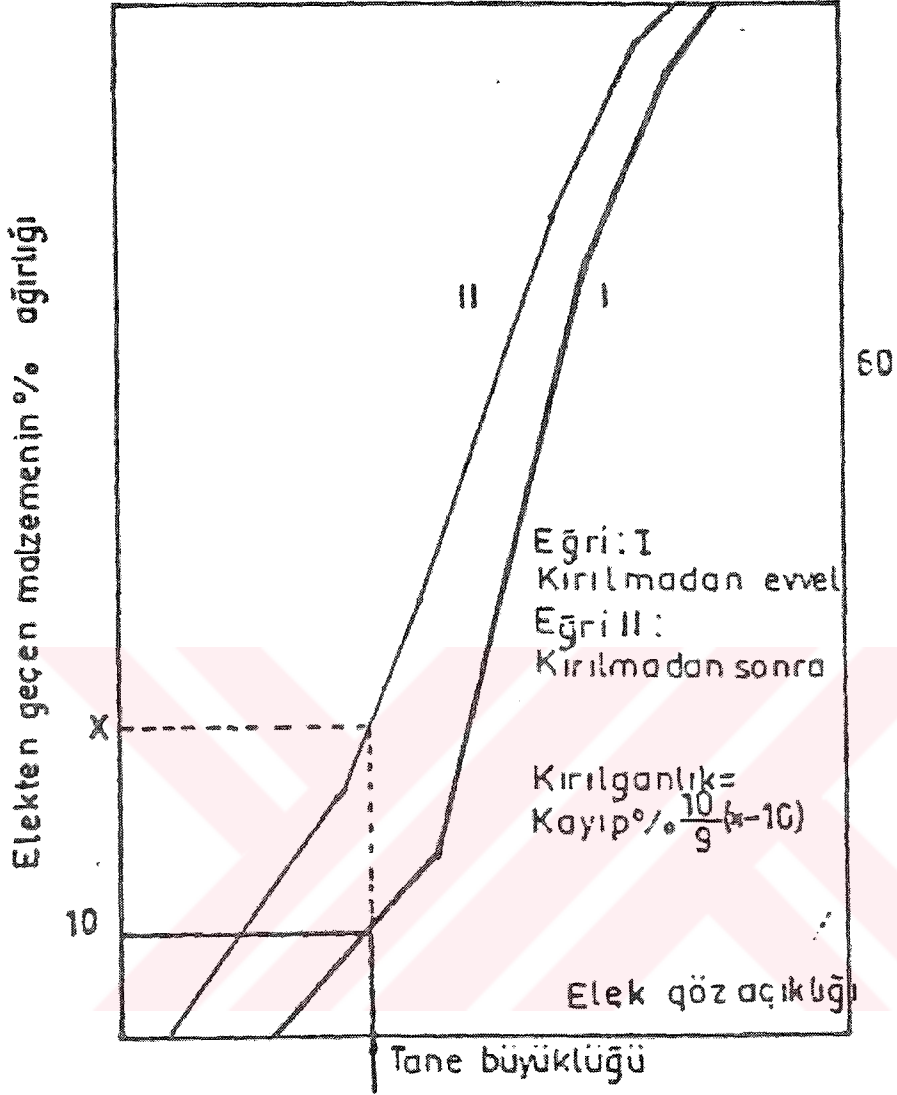
5.5 Filtran Malzemeler

Filtran malzemeleri aşağıda belirtilen fiziksel özellikleri ile tanımlanır.

- Tane Büyüklüğü ve Dağılımı: Filtran malzemenin 4 saat boyunca 120 °C de kurutulduktan sonra kalibreli bir seri elekten geçmeyen kısmının tartılması ile saptanır.
- Tane Sınıfı: İki elek arasında kalan kısımdır.

- Efektif Büyüklük: Diyagramın %10'luk bölümüne uyan kısımdır. (Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi)
- Düzgünsüzlük Sayısı: diyagramın %60'lık bölümü ile %10'luk bölümünün oranıdır, yani elekten kütlece geçen miktarın oranıdır. Oran 1,3 ÷ 1,6 arasında bulunmalıdır.
- Küresellik Özelliği: Tane alanının, tam küre alanına oranıdır.
- Kırılma Özelliği: Kırılma deneyinden sonra elekten geçen miktarın yüzdesidir. Kayıp yüzdesi $10/9 \cdot (x-10)$ olarak değerlendirilir. (belirtilen şekil)
- Asite Karşı Dayanıklılık: 24 saat beklemedeki %20 tuz asidindeki kayıp olup, kayıp %2'yi geçmemelidir.
- Kuru Yoğunluk: Dökme (Gevşek) malzemenin birim hacim kütesidir. gr/cm^3 , kg/m^3
- Islak Yoğunluk: Yıkama işlemi ve süzmeden sonra birim hacmin kütesidir. gr/cm^3 , kg/m^3

Ayrıca antrasit, aktif kömür, bims gibi filtran malzemeler nem, adsorpsiyon, klor emme, atık kül miktarları gibi değerleriyle de tanımlanmaktadır.



Şekil 5.2, Filtran Malzemenin Kırılmalık Grafiği

5.6 Kirliliğin İşleyebileceği Yatak Derinliği

Kirliliğin filtre yataklarına işleme derinliği, sudan alınması istenen kirlilik, yapıcı maddelerin bileşimi, yoğunluğu, durumu ve suda istenmeyen maddelerin filtrasyonda tutulmaya karşı ölçülebilen reaksiyonlarına bağlıdır. Bunlar;

- Süzme hızı,
- Tanelerin çap ve bunların derinliğine göre değişimi,
- Tanelerin sıkışma durumu yahut parozitesi,
- Suyun sıcaklığı,
- Filtre yatağında izin verilen kirlenme yük kaybı ile toplam yük kaybı,

5.7 Filtre Hızı ve Yatak Derinliği

Filtre hızı laminer bir akımı bozmayacak şekilde seçilmelidir. Türbilanslı akımda, filtre yatağına çöken kirlilikler, yerlerinden koparlar ve yeniden kirliliğe neden olurlar. Hızlı filtrelerde süzme hızı 4-20 m/h dir. Kirliliğin çok az olduğu bazı hallerde (yüzme havuzu suyu gibi) bu hız 50 m/h' a kadar çıkmaktadır.

Belirli iriliğe sahip bir filtre yatağının yüksekliği kademe kademe arttırıldığında, süzülen suyun bulanıklığında bir noktadan sonra daha fazla bir iyileşme olmaz ve bu yatak yüksekliği, gerekli yatak yüksekliği olup, bu derinlik aynı zamanda minimum basınç kaybı verir. Filtran malzeme, su ile gelen flokların tutulmasını sağlayacak özellikte olmalıdır. Diğer taraftan filtran malzeme filtre çalışma süresinin uzun olmasını sağlamalı ve filtre yıkandığı zaman, çamurlar taneler üzerinden kolayca atılabilmeli ve yapışıp kalmamalıdır.

5.8 Filtrenin Yıkanması

Her filtre, filtre yatağında tutulan maddelere bağlı olarak tıkanır. Tıkanma, istenmeyen değerlerin üzerine çıkması halinde ve su kalitesinin bozulmasında, filtre yatağının yıkanması yapılır. Yıkamadan sonra filtre yatağı başlangıç durumuna geri gelmelidir. Aksi halde filtran malzemenin dışarı çıkarılarak tamamen yıkanması veya değiştirilmesi zorunlu duruma gelebilir.

Artırılmış suyun kalitesi yıkama sisteminin ve hidroliğin etkinliğine bağlıdır. Genel olarak tıkanmaya neden olan kirlilikler, filtrasyonun tersi istikametinde verilen su tarafından taşınır ve atılırlar. Bir filtran malzeme tanesinin veya birbirine yapışmış şekilde

kümeceklerin suya karşı gösterebilecekleri en büyük sürtünme direnci kendilerinin sudaki kütleleri kadardır.

Üstünde çamur oluşmuş ve kirliliğin aşağı doğru derinleşmesine girmiş filtrede, tane iriliğine bağlı olarak kabartma işlemi ve yıkama yalnız su ile yapılabildiği gibi, iri taneli filtre yataklarında bu kabartma, ve yıkama,

- Hava + Su
- Hava+ Su kombine bir şekilde yapılabilmektedir.

Hava + Su kombine yıkama şeklindeki bir yıkamayı DIN 19643 norma koymamış ancak hiçbir surette iki yataklı filtrelerde, yatak konumlarının değişmemesi bakımından bu yıkama sisteminden kaçınılması önerilmiştir. Aşağıda örnek olarak Degroment firmasının hava – su kombine yıkamalı tek yataklı bir filrenin karakteristikleri verilmiştir.

Çizelge 5.3 Tek yataklı filtrenin karakteristik özellikleri

Efektif tane iriliği	0,7 – 1,5 mm
Hava debisi	50 m ³ /h.m ²
Hava ile birlikte yıkama suyu su debisi	5 – 7 m ³ /h.m ²
Yıkama suyu debisi	15 – 20 m ³ /h.m ²

Yine bir firmanın tek yataklı kum filtrelerinde uygulandığı, tane iriliğine bağlı olarak yıkama hızları aşağıda verilmiştir. Firma, yıkama süresini 5 ÷ 8 dakika olarak vermektedir.

Çizelge 5.4 Tek yataklı kum filtrelerinde yıkama süreleri

Ters Yıkama Hızı (m/h)	Efektif Çap (mm)
25 – 35	0,35
40 – 50	0,55
55 – 70	0,75
70 -90	0,95

DIN 19643 ise, efektif çapa bağlı olarak yıkama hızlarını çizelge 5.5 teki gibi vermiştir.

Çizelge 5.5 Efektif çapa bağlı olarak yıkama hızları

Ters Yıkama Hızı (m/h)	Efektif Kum Çapı (mm)	Efektif Antrasit Çapı (mm)
50 – 55	0,4 – 0,8	0,6 – 1,6
60 – 65	0,63 – 1,0	0,6 – 1,6
60 – 65	0,71 – 1,25	1,4 – 2,5

Yalnız su ile yıkamada yıkama süresi 6 – 7 dakikadır. Hava + Su yıkamalı filtrelerde hava hızı 60 m³/h, yıkama süresi yukarıda verilen hızlar içinde kalmak şartıyla, yıkama programına göre;

Ön yıkama 3 dakika,
Hava ile kabartma 5 dakika,
Durulama 3 dakika önerilmektedir.

6. SANTRİFÜJ POMPALARDA PLASTİK MALAZEME KULLANIMININ AVANTAJLARI VE PLASTİK KULLANIMINI SINIRLAYAN FAKTÖRLER

Plastik, bugün günlük yaşamımızdan uzay araçlarına kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. Havuzlarda kullanılan santrifüj pompalarda da mukavemet değerlerinin sınırladığı güçlere kadar plastik pompalar rakipsizdir, denebilir.

Santrifüj pompalarda plastik malzeme kullanmanın avantajlarına bir göz atalım.

- Plastik, kimyasal maddelere karşı dirençlidir.
- Plastik uygun seçildiğinde, paslanmazlar ve çürümezler. Korozyona karşı güvenle kullanılırlar.
- İstenilen düzgünlükte pürüzsüz yüzey elde edilebilir. Her zaman aynı yüzeyi alabiliriz ve sürtünme kaybı minimumdur.
- Parçalar kalıptan çıktığı gibi veya çok az bir işlemlerle kullanıma hazırdırlar.
- Hafiftirler, balans istemezler ve kalıpta ayarlamalar önceden yapılır.
- İmalatları kolaydır, seri üretilirler ve ucuzdurlar.
- Boya kaplama gibi ilave işlem istemezler
- Elektriği iletmezler ve ilave bir koruma sağlayabilirler.
- Isı iletim katsayıları düşüktür.
- Metallerle göre sessiz çalışma özelliğine sahiptirler
- Kolayca kaynak yapılabilir veya yapıştırılabilirler.

Plastik malzeme kullanımını sınırlayan faktörler:

- Mekanik dayanımları düşüktür. Uygulamada sınırlamalar getirir.
 - ❖ Sabit yük altında bekleme süresinin etkisi
 - ❖ Titreşimli yük altında bekleme süresinin etkisi
 - ❖ Çalışma sıcaklığının etkisi
 - ❖ Yükleme hızının etkisi
- Çabuk çizilirler ve yüzey sertlikleri azdır.
- Uygun seçilmeyen plastikleri kimyasal maddeler etkilerler. Çatlama ve şişmeler meydana gelir.
- Isıl genleşme katsayıları yüksektir. Yaklaşık metallere on misli fazladır. Planlamada, ısı ile boyutların oldukça değişeceği göz önüne alınmalıdır.
- Kızılötesi ışınlardan etkilenebilirler.
- Aynı malzeme kullanıldığı halde ürünün özellikleri imalat metoduna göre değişir.

Santrifüj pompanın sadece bir hareketli parçası vardır; döner çark. Suya kinetik enerji bu çarkla verilir. Mekanik dayanım açısından çarkı inceleyelim. Mekanik dayanım sadece çarkla sınırlı değildir. Gövde, diffüzör de göz önüne alınmalıdır.

2200 dev/dak. ve 9 BG'deki pompa çarkının plastikten yapılması istenmektedir. Mekanik dayanım açısından durumu inceleyelim.

Kamanın çarka yapacağı basınç gerilmesi ve kanatlardaki eğilme gerilmelerini hesaplayalım. Eğer maksimum dönme momentinin maksimum hızda gerçekleştiğini varsayarsak;

$$N = \frac{2 \pi \cdot nT}{75 \times 60} \quad (6.1)$$

$n = 2200$ dev/dak

$T =$ Tork (dönme momenti)

$N = 9$ BG

$$T = \frac{9 \times 75 \times 60}{2 \Pi \cdot 2200} = \frac{40500}{13823}$$

$$T = 2,930 \quad \text{Kp.m}$$

Kamadaki Moment "T"

$$T = F \times R \quad (6.2)$$

$F =$ Kamaya gelen kuvvet

$R =$ Kamanın ortalama yarıçapı = 13 mm

$$F = \frac{2,930}{R} \quad (6.3)$$

$$F = \frac{2.930}{0,013}$$

$F = 225$ kp kamaya tatbik edilen kuvvet

Kamanın tatbik ettiği Basınç,

$$\text{Kama dayanma alanı} = 3 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} = 120 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kamadaki basınç,} = 225 / 120$$

$$\text{Basınç gerilmesi} = 1,875 \text{ kp} / \text{mm}^2$$

Çark kanatlarındaki eğilme gerilimi momenti

$$\text{Mildeki Tork} = 2,930 \text{ Kp.m}$$

Çark Üzerindeki Kuvvet

$$T = KxR \quad (6.4)$$

K = Kanatlara gelen toplam kuvvet

R = Çark kanatlarının ortalama yarıçapı, 70 mm

$$K = \frac{2,930}{R} \quad (6.5)$$

$$K = \frac{2,930}{0,070}$$

$$K = 41,86 \text{ kp} \quad \text{Bu 5 kanatla taşınacaktır.} \quad W = \frac{K}{5} = 8,37 \quad \text{Kp} / \text{kanat}$$

Bir kanat üzerine gelen eğilme gerilmesi

Her bir kanadı bir taraftan ankastre dikdörtgen kesitli düz bir kiriş gibi düşünürsek, üniform yüklenmiş kirişte:

$$\sigma = \frac{M \cdot \frac{d}{2}}{I} \quad (6.6)$$

$$\sigma = \frac{Wh \cdot \frac{d}{2}}{I} \quad (6.7)$$

$$\sigma = \frac{8,37 \times 13 \times 3}{\frac{100 \times 6^3}{12}}$$

$$\sigma = 0,18 \quad \text{kp / mm}^2$$

Plastiklerin çekme deneyinde, tipik gerilme uzama eğrisi şekilde gösterilmiştir. Birkaç plastiğe ait eğri grafikte görülmektedir. Çeliklerde gerilme, ortalama kopma gerilmesinin 1/3'ü kadar alınabilir. Plastiklerde de gerilme değerleri akma gerilmesinin altında elastikiyet sınırları içinde alınmalıdır. Plastiklerde genelde, baskı deneyi de çekme deneyi karakterindedir.

Bazı plastiklere ait sabit yük altında bekleme süresinin gerilmeye etkisi egride gösterilmiştir.

Titreşimli yük altında plastikler yorulurlar. Yorulmanın şiddeti periyodik gerilmenin frekansına, genliğin şekline ve sıcaklığına bağlıdır. Takviyeli plastiklerde, çalışma

gerilmesi kopma gerilmesinin $\frac{1}{4}$ 'ü kadar alındığında, on milyon çevrime kadar çalışılabileceği belirtilmektedir. Genelde titreşimli yüklerde gerilme $< (\text{devamlı yük altında gerilme}) / 2$ alınabilir.

Plastikler sıcaklıktan çok etkilenirler. Bazı plastıklere ait gerilmelerin sıcaklıkla değişimi grafikte gösterilmiştir.

Yükleme hızı, plastiğe kalıcı deformasyon yapmayacak şekilde seçilmelidir. Darbe direnci, parçanın kırılmaması için yapılan işin bir ölçüsüdür.

Çalışma ortamı sıvısına bağlı olarak plastiğin mukavemeti kuru değerlerin %20 ÷ %80'i arasında değişmektedir.

Yukarıda anlatılanların ışığında, kamanın çarka uyguladığı basınç gerilmesinin çok yüksek olacağı görülecektir.

En sert termoplastik malzemelerden biri olan poliasetal malzemeyi alalım:

$$\text{Basma gerilmesi} = 1120 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

$$\text{Çekme gerilmesi} = 660 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

$$20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ Basma Gerilmesi} = 1120 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

$$80 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ Basma Gerilmesi} = 560 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

Emniyet faktörünü 4 alalım;

$$560 / 4 = 140 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

Devamlı yük altında olmanın etkisi,

$$140 / 2 = 70 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

Çalışma ortamının %100 nemli olmasının etkisi,

$$70 \times 0,9 = 63 \text{ kp} / \text{cm}^2$$

Kamadaki basma gerilmesi, bu değerlerin 3 katıdır.

Çark kanatlarındaki gerilmeleri inceleyelim:

$$20^{\circ}\text{C Çekme Gerilmesi} = 640 \text{ kp / cm}^2$$

$$80^{\circ}\text{C Basma Gerilmesi} = 320 \text{ kp / cm}^2$$

Emniyet faktörünü 4 alalım

$$320 / 4 = 80 \text{ kp / cm}^2$$

Titreşimli yük altında kalmanın etkisini

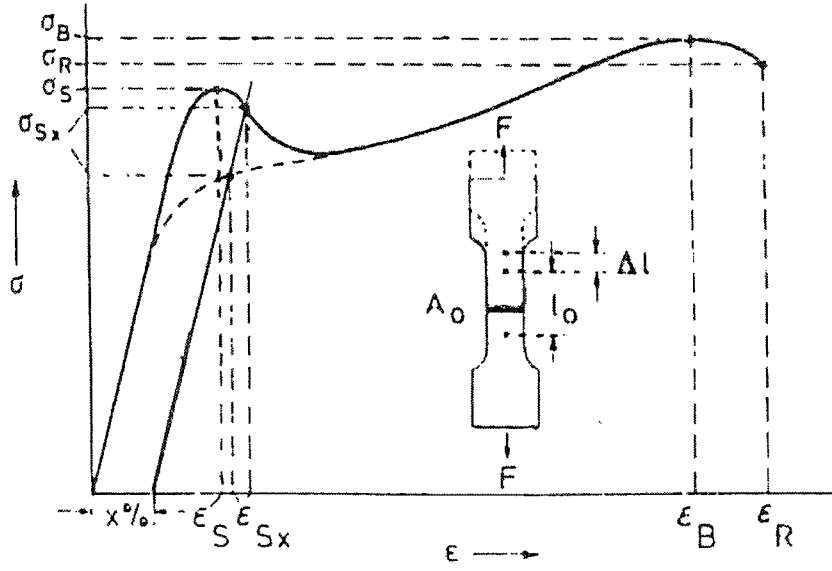
$$80 / 2 = 20 \text{ kp / cm}^2$$

Ortamının %100 nemli olmasının etkisi

$$20 \times 0,9 = 18 \text{ kp / cm}^2$$

Bu hesapladığımız değerdir. Buna göre çark kanatlarını daha güvenli hale getirmek için konstrüksiyonda değişiklik yapılmalıdır.



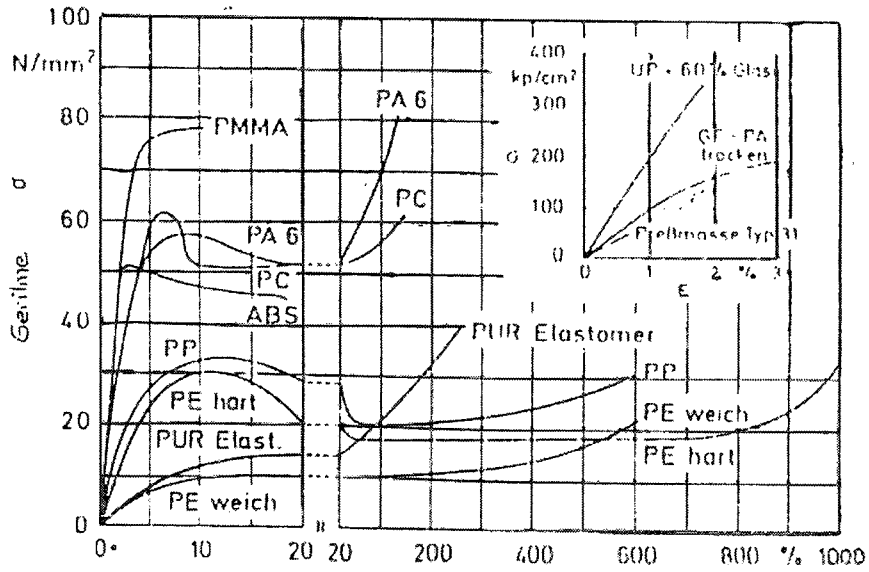


PLASTİKLERİN TİPİK ÇEKME DİYAGRAMI

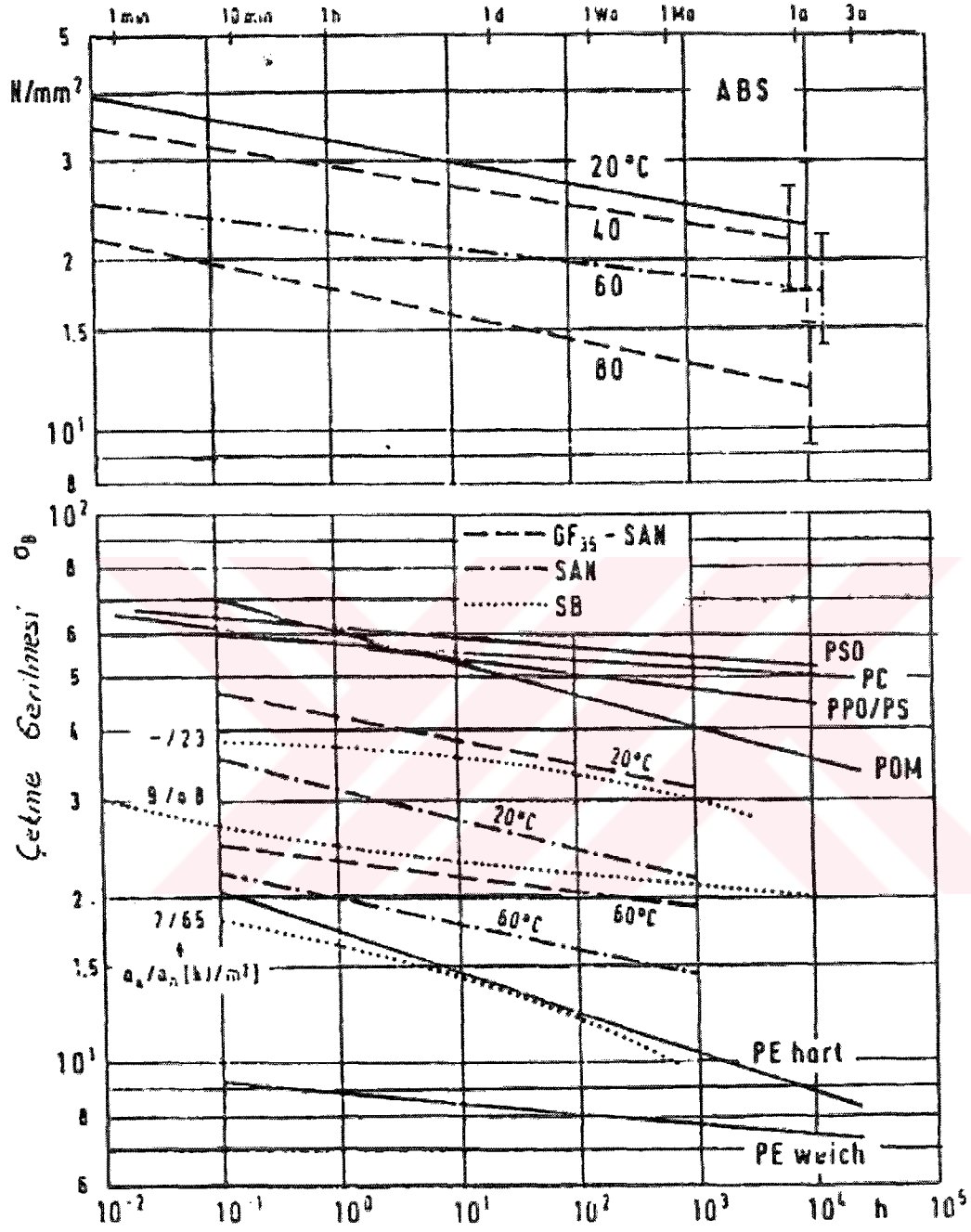
$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100$$

- $\sigma_B \equiv$ En büyük yükte çekme gerilmesi
- $\sigma_R \equiv$ Kopma gerilmesi
- $\sigma_S \equiv$ Akma gerilmesi
- $\sigma_{Sx} \equiv$ Uzama gerilmesi
- $\epsilon_B \equiv$ En büyük kuvvette uzama
- $\epsilon_R \equiv$ Kopma uzaması
- $\epsilon_S \equiv$ Akma gerilmesinde uzama
- $\epsilon_{Sx} \equiv$ x% Deformasyonundan sonraki akma uzaması



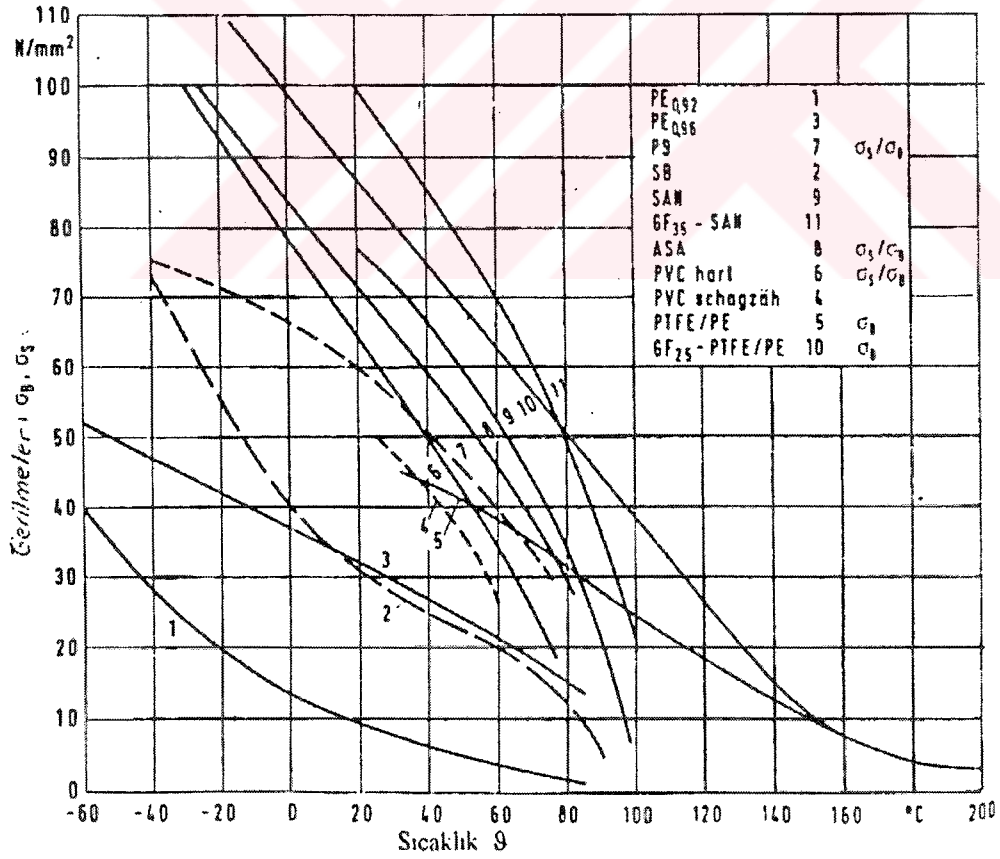
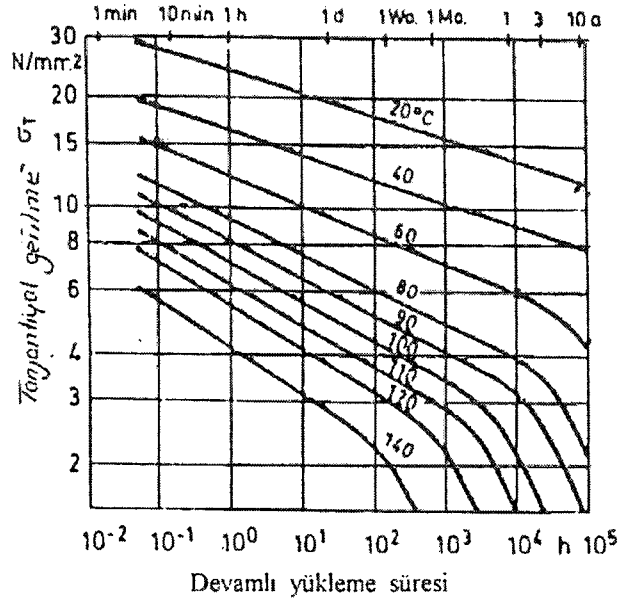
Şekil 6.1 Plastiklerin tipik çekme diyagramı



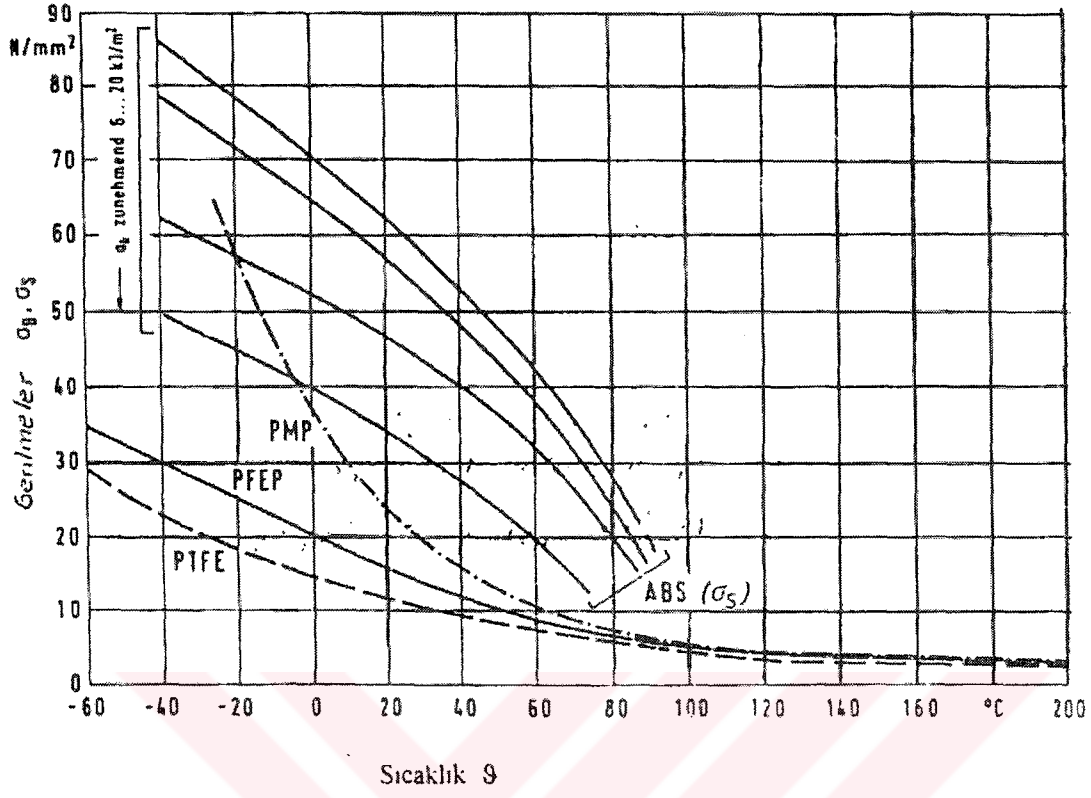
Devamlı Yükleme Süresi t

Şekil 6.2 Plastiklerin devamlı yükleme süresi için çekme gerilmesi diyagramı

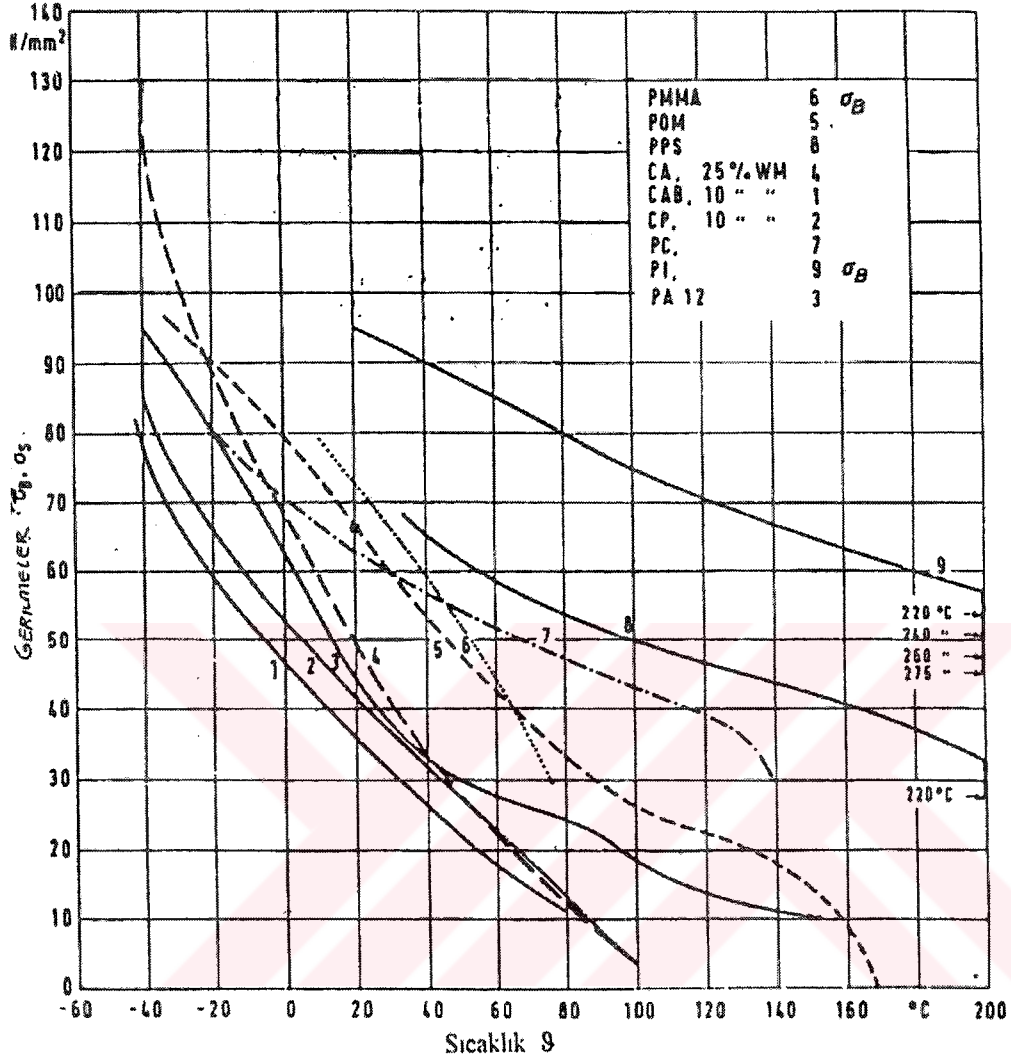
Polipropilen için



Şekil 6.3 Plastiklerin sıcaklık ve devamlı yükleme süresi için gerilme grafikleri



Şekil 6.4 Plastiklerin sıcaklık için gerilme grafiği



Şekil 6.5 Plastiklerin sıcaklık için gerilme grafiği

7. SORUNLU SULARIN HAVUZDAN ÖNCEKİ ARITIMI

7.1 Havuzlarda Kullanılacak Su Nasıl Olmalıdır?

Bu suların her şeyden önce fiziksel, kimyasal ve estetik olarak içilebilir özelliklere sahip olması gerekir.

7.2 Havuzlara Su Temini ve Kalitesi

Ülkemizde yüzme havuzlarına su, çeşitli kaynaklardan temin edilmektedir.

Bunlar arasında;

- Şebeke suları,
- Kuyu, Sondaj ve Artezyen Yeraltı Suları,
- Göl, Nehir ve Yerüstü Suları,
- Tuzlu ve Tatlı Deniz Suları, sayılabilir.

7.3 Estetik Görünüm

Havuza alınacak su bulanık olmayıp renksiz ve berrak olmalıdır. Suda bulanıklığı meydana getiren askıdaki inorganik maddeler kil, kaya tozu, silt, kalsiyum karbonat, silis demir, mangan, sülfür ve sanayi atıklarıdır. Ayrıca organik maddeler muhtelif mikroorganizmalar, çürümüş bitki ve hayvan atıkları, kimyasal ve yağlı atıklar da bulanıklığa neden olurlar.

Aşırı bulanık ve tortulu suların havuza verilmeden önce bir ön filtrasyondan geçirilerek bulanıklık derecesinin düşürülmesi gerekir.

Birde özellikle kum veya multi-media kum filtrelerinde kullanılan filtre yatağı malzemesinin seçiminde su kalitesinin durumuna göre seçim yapılması, uygun gronometri ve filtrasyon hızlarının kullanımı gerekir.

ÖRNEK: (Özel Havuz – 45 m³, Su Sertliği 20 °F)

Bu yaklaşık 4.0 x 8.0 metre, özel bir havuzdaki su hacmidir. Burada tek tanklı ve zaman kontrollü bir yumuşatıcı kullanacağımız için yumuşatıcının günde birkaç kez re jenerasyon yapacağı dikkate alınır. Cihazın büyük çıkmaması için, havuzun sezon başındaki ilk dolduruşunun üç günlük bir zaman diliminde yapılması uygun olur, böylece günlük 15 m³ lük bir dolun alınarak;

Günlük iyonizasyon kapasitesi = 15 m³ x 20 °F = 300 m³ °F olur.

Bir litre reçinenin iyon kapasitesi = 6 m³ °F alınacak

Seçilecek cihazın reçine kapasitesi = 300 / 6 = 50 lt. bulunur.

Doğal olarak, bu cihazlarda havuzun yumuşak su ile dolması için üç gün beklemeye gerek yoktur. Her 15 m³ 'de (havuzun 1/3 ü) bir cihaz üzerinde bulunan bir düğmeye basılarak otomatik re jenerasyon yaptırılır ve yeniden doldurmaya devam edilir.

7.3.1 Suyun Rengi

Suyun rengi, içinde bulunan yabancı maddelerden meydana gelir. Saf suyun rengi yoktur, ancak fazla derin olursa su hafif mavi görünür. Suya renk veren maddeleri iki ana grupta toplamak mümkündür.

- Organik Maddeler
- İnorganik Maddeler

Renk bakımından, içme ve havuz sularında önemli olan, renk açısından sularda bulunan organik elemanlardır. Humusu bol ormanlık arazi ve bataklık sahalardan gelen yüzeysel sularla, az derin kuyu sularında, renkli sulara fazlaca rastlanır.

Suya renk veren organik maddeler ;

- a) Yaşayan bitkisel varlıklar,
- b) Çürümeye maruz kalan bitkilerin dekompozisyonundan meydana gelen maddeler,
- c) Topraktaki organik maddeler,
- d) Yukarıdaki organik maddelerin kombinasyonundan ileri gelen bileşikler, olarak dört genel grupta toplanabilir.

Suda renk meydana getiren inorganik maddeler olarak ise;

- a) Demir bileşikleri,
- b) Tekstil ve kağıt sanayi atıkları,
- c) Boyalar, olarak üç genel grupta toplanabilir.

Su içindeki askı halinde yüzebilen maddelerin verdiği renge “Görünen Renk”, kolloidal haldeki organik maddelerden ileri gelen renge “Gerçek Renk” adı verilmektedir.

8 . KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA KLİMATİZASYON

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

Kapalı havuz klima tekniğinde, yakın zamana 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 ılıman 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.

8.1 Havuz Holü Yapısı

Uygun bir klima tesisatı için; inşaat 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 eğik 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 önlemek için, ısı yalıtım tabakasının sıcak yüzeyi uygun bir “buhar kesici” malzeme ile kaplanmalıdır. Bu konu, kış mevsimindeki enerji sarfindan önce binanın sağlığını ilgilendirmektedir.

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

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

aşırı ıslaklık problemi ile karşılaşmaktadır. Almanya iklimi için, aşağıdaki ısı iletim katsayıları maksimum değer olarak tavsiye edilmektedir.

Duvarlar $K = 0,60 \text{ kcal / h.m}^2.^\circ\text{C}$

Çatı $K = 0,40 \text{ kcal / h.m}^2.^\circ\text{C}$

Pencere, kapı $K = 3.00 \text{ kcal / h.m}^2.^\circ\text{C}$

Binanın 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 debilerin bir hayli yüksek olması nedeniyle (Örneğin 1000 m^2 havuz yüzeyi için $80.000 \div 100.000 \text{ m}^3/\text{h}$), başlangıçta çözümlenmelidir.

8.2 Tesisat Türleri

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 olarak bilinen yöntemlerle çözümlenmelidir.

Yüzeyi $20 \sim 25 \text{ m}^2$ 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 m^2 'ye kadar yüzeyi bulunan havuzlarda ise, salon tipi klima cihazı büyüklüğünde ve döşeme üzerine, duvara veya tavana montajı yapılabilen “paket tip” nem

özme cihazları kullanılabilir. Burada kapasiteler ve hava miktarları büyüdüğünden, 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, egzoz ve taze hava dahil tüm hava kanallarının bodrum kattaki geçiş mesafelerini en az uzunluğa indirecek şekilde; yani bina dış yüzeyine, galeriye ve dönüş kanalı şaftına yakın bir yere yerleştirilmelidir; aksi halde kanallar, çok yoğun olan diğer tesisat hatlarının servisini zorlaştıracaktır. Santraller, 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.

Kapalı havuzun bulunduğu binalarda, havuz holünün haricindeki bölümler için de havalandırma yapılmasında ve bunun için ayrı santraller kullanılmasında yarar 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.

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

8.3 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
Havuz 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 m ³ /h.m ² (havuz yüzeyi)
	Seyirciler (varsa)	: 25 m ³ /h. Kişi
	WC	: 100 m ³ /h.ad-armatür (tuvalet ve pisuvar)
Sirküle Hava Miktarları:	Giriş + Soyunma od.	: 20 m ³ /h.m ²
	Elbise Dolap odaları	: 15 m ³ /h.m ²
	İşletici odası, depolar	: 25 m ³ /h.m ²
	Duş	: 220 m ³ /h.adet – duş
Hava Değişimi :	Havuz holü	: 4 – 6 defa / h
	Tribün (varsa)	: 6 – 8 defa / h
	Wc	: ortalama 15 defa / h (egzoz edilerek)
	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

Hava nemi ile ilgili olarak; VDI normunda bağıl nem değeri verilmekte, bunun yanı sıra hava basıncının insanların rahatı için üst sınır olan 22,7 mbar değerini aşmaması tavsiye edilmektedir. Bu basınç değeri, şekildeki psikometrik diyagramda görüldüğü gibi $x = 14,3 \text{ g / kg}$ mutlak nem seviyesinde oluşmaktadır. Aynı norm, hole sevk edilecek havanın 9 g / kg mutlak nem seviyesinde olsa dahi, içeride aynı mutlak nem ($14,3 \text{ g / kg}$) değerini aşmadan kuruluğu sağlayacak kadar yeterli miktarda olmasını istemektedir. Kaynaklar incelendiğinde, Almanya'nın tüm bölgelerinde kış ve yaz mevsimi dış hava şartlarının birbirine çok benzediğini ve yaz mevsiminde ortalama mutlak nemin $10 - 12 \text{ g / kg}$ ($16 - 19 \text{ mbar}$ basınç) arasında değiştiği görülmektedir. Böyle bir iklimde, $9,0 \text{ g / kg}$ üfleme havası ile $14,3 \text{ g / kg}$ değerindeki ($\Delta x = 5,3 \text{ g / kg}$) iç hava şartını elde etmek, yaz mevsiminde bir çok zamanlarda mümkün olabilecektir. Oysa ki yurdumuzun bazı bölgelerindeki yaz mevsimi mutlak nem değerleri, VDI normunun ön gördüğü iç hava nem seviyesinin bile üzerindedir; İstanbul ve Bursa $15,1 \text{ g / kg}$, Adana $16,4$,Trabzon $17,7$,Antalya $19,5$ ve Mersin $23,1 \text{ g / kg}$.

Diğer taraftan bir çok literatürde *kış mevsimi* için kapalı havuz holünde izin verilen; $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ye kadar iç sıcaklık ve %60'a kadar iç nem oranlarına ulaşıldığında, 16 g / kg mutlak nem ve bu nemin sonucu $25,7 \text{ mbar}$ iç basınç oluşmaktadır ki, bu değerler VDI'nin $14,3 \text{ g / kg}$ mutlak nem ve $22,7 \text{ mbar}$ 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 $15,0 \text{ g / kg}$ 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. Eşitlik ile ifade etmek gerekirse;

$$X_{h-max} = 0,015 + (X_d - 0,009) . 0,6 \quad (8.1)$$

X_h = Hol mutlak nemi (kg su buh. / kg k.h.),

X_d = Dış hava mutlak nemi (kg su buh. / kg k.h.).

Yaz mevsimine göre yapılacak hesabın kış mevsimine göre uygunluğu kontrol edilmelidir. Isı Pompası sistemi ile yapılacak tesisatlarda içerideki nemsizleştirme işleminde dış havanın hiçbir katkısı olmadığı için, yaz mevsiminde de düşük bir mutlak iç nem temini mümkün olmaktadır.

8.4 Buharlaşma Miktarının Hesabı

Bir su yüzeyinden buharlaşan suyun birim zamandaki miktarı, su yüzeyindeki film tabakasının basıncı ile ortam havası basıncının farkına göre değişir. Buharlaşma miktarında ise ayrıca su yüzeyindeki dalgalanmalarında etkisi vardır. Havuzlardaki buharlaşma olayını, iki ayrı kaynaktan izleyelim.

8.4.1 VDI 2089 Normuna göre

$$W = A_b . \varepsilon . (P_s - P_h) \quad (8.2)$$

W : Buharlaşan su miktarı (g su buh./ h)

A_b : Su yüzeyi (m²)

ε : Toplam buharlaşma sayısı (g / h.m².mbar)

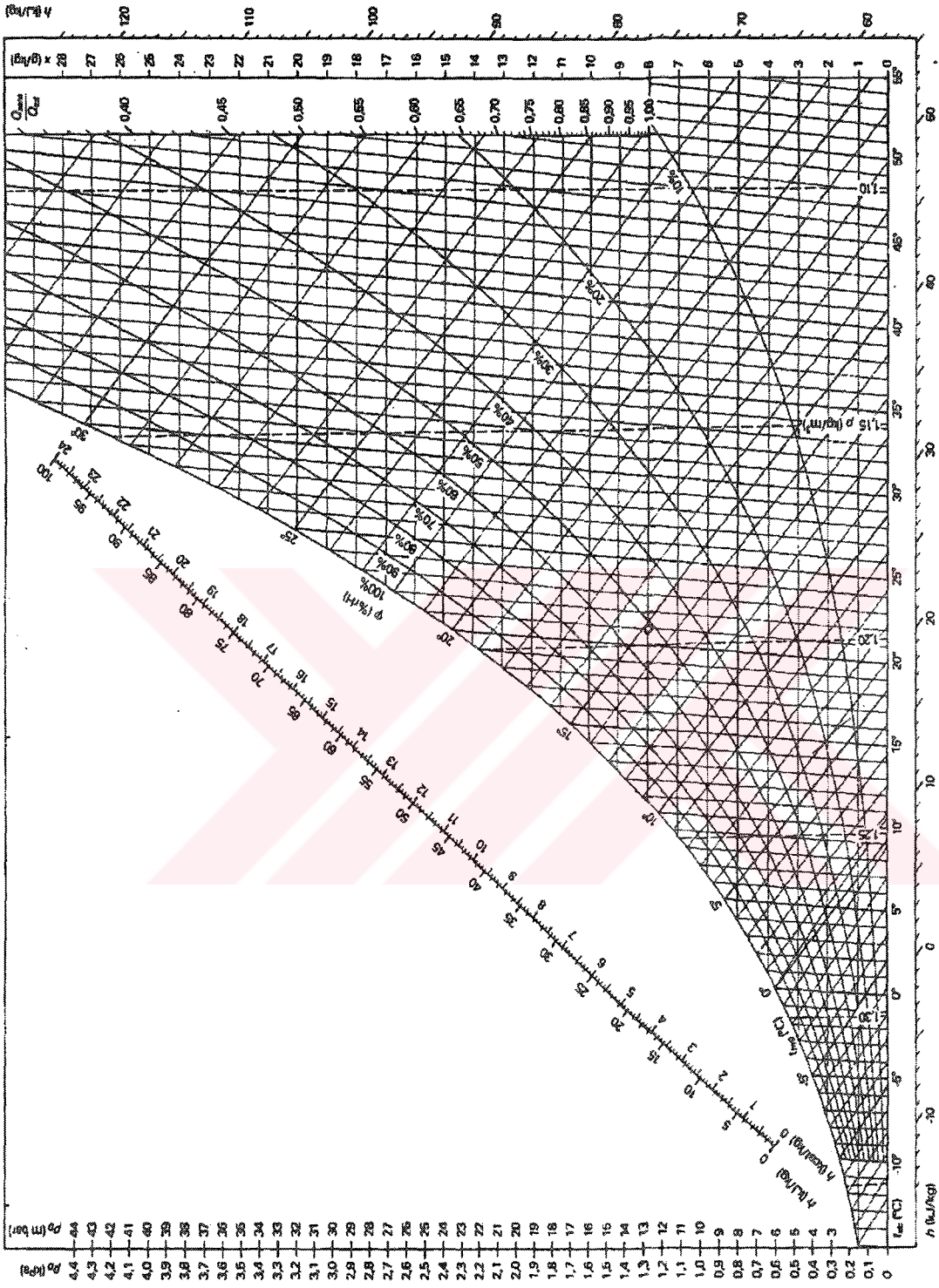
P_s : Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki basıncı (mbar)

P_h : Hol havasının basıncı (mbar)

Norm, buharlaşma sayısı için üç ayrı kullanım etkinliğine göre değer vermektedir;

Düşük İşletme	$\varepsilon = 13 \text{ g / h.m}^2 \cdot \text{mbar}$ (Özel havuzlar, otel havuzları)
Orta İşletme	$\varepsilon = 28 \text{ g / h.m}^2 \cdot \text{mbar}$ (Normal kullanımlı havuzlar)
Aşırı İşletme	$\varepsilon = 35 \text{ g / h.m}^2 \cdot \text{mbar}$ (Yapay dalgalandırılmış özel yarışma veya eğitim havuzları)





Şekil 8.1 Psikometrik Diyagram

Örnek 1: Su yüzeyi $A_b = 100 \text{ m}^2$, su sıcaklığı $t_s = 28 \text{ }^\circ\text{C}$, hava şartları $t_h = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_h = \%55$ nem olan ve “orta işletme” etkinliğinde çalışan bir havuz holündeki buharlaşan su miktarının bulunması:

$$\varepsilon = 28 \text{ g / h.m}^2 \cdot \text{mbar}$$

$P_s = 38,5 \text{ mbar}$, su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki ($YT = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki)
basıncı (psikometrik diyagramdan)

$P_h = 23,5 \text{ mbar}$, hol havasının basıncı (psikometrik diyagramdan)

$$W = 100 \times 28 \times (38,5 - 23,5) = 42.000 \text{ g su buh./ h} = 42,0 \text{ kg su buh. / h}$$

Recknagel'e göre;

$$W = \sigma \cdot (X_s - X_h) \quad (8.3)$$

W : Birim yüzeyden buharlaşan su miktarı (kg su buh./ h.m^2)

σ : Buharlaşma sayısı [$\text{Kg / h. m}^2 \cdot (\text{kg / kg})$]

X_s : Su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki mutlak nemi ($\text{kg su buh./ kg k.h.}$)

X_h : Hol havasının mutlak nemi ($\text{kg su buh./ kg k.h.}$)

$$\sigma = 25 + 19 \cdot V \quad (8.4)$$

Yukardaki denklemdeki (V), havuzdaki kullanım etkinliğine bağlı olarak, su yüzeyi üzerindeki “ hava hızı” nı belirtmektedir ve aşağıdaki değerlerin alınması tavsiye edilmektedir:

Özel havuzlar $V = 0,1 \text{ m / s}$

$V = 0,3 \text{ m / s}$

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

Örnek 2: Örnek 1’ de verilen değerlerdeki genel kullanım amaçlı havuzdan buharlaşan su miktarı:

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

$$\sigma = 25 + (19 \times 0,5) = 34,5 \text{ Kg / h. m}^2 . (\text{kg / kg})$$

$X_s = 0,0244 \text{ kg su buh. / kg k.h.}$, su sıcaklığındaki havanın doyma eğrisindeki
($YT = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$) mutlak nemin (psikometrik diyagramdan)

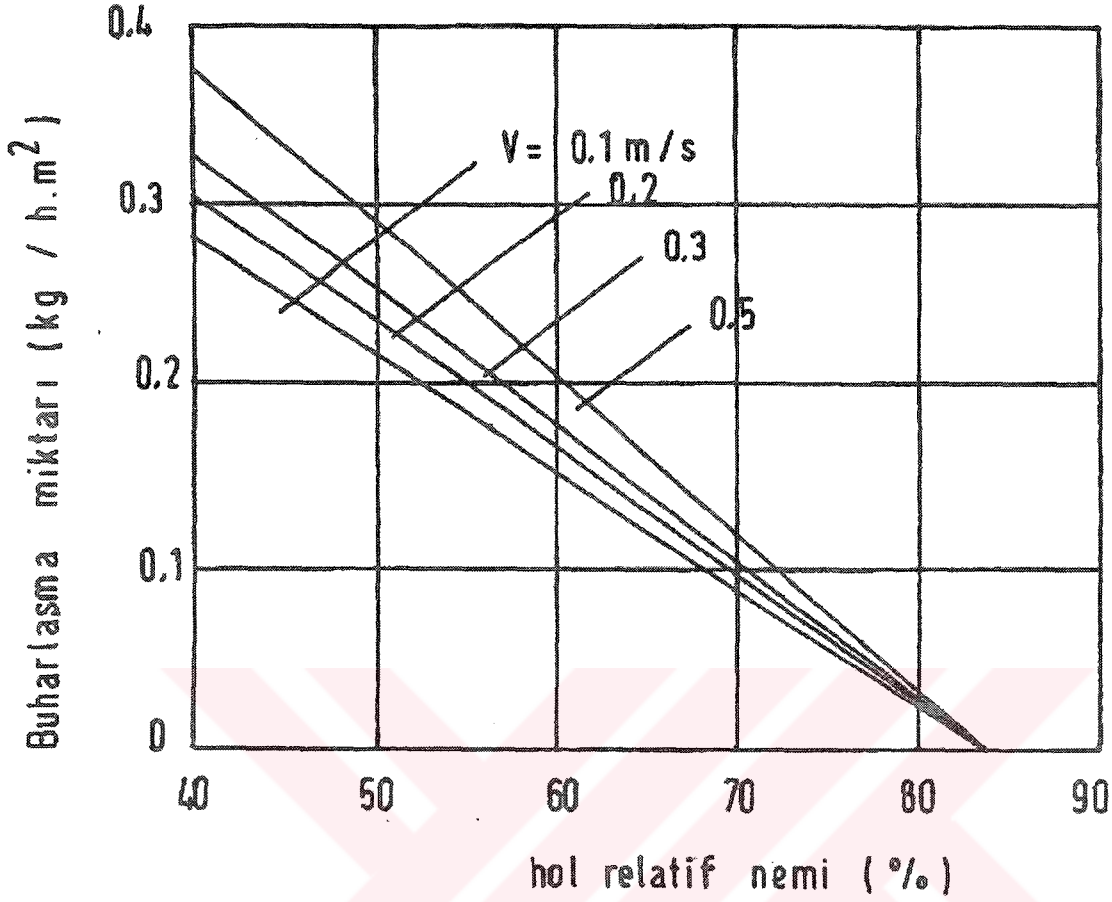
$X_h = 0,0148 \text{ kg su buh. / kg k.h.}$, hol havasının mutlak nemi
(psikometrik diyagramdan)

$$W = 34,5 \times (0,0244 - 0,0148) = 0,331 \text{ Kg su buh. / h. m}^2$$

100 m^2 havuz alanı için toplam miktar; $W = 100 \times 0,331 = 33,1 \text{ kg su buh. / h}$ olarak bulunur.

Görüldüğü gibi, her iki kaynağa göre farklı sonuçlar elde edilmektedir. Deneyimlere göre, VDI normundaki değerlerin biraz fazla emniyetli tutulduğu anlaşılmaktadır. Daha açık olarak, Recknagel’e göre yapılacak hesap ile gerçeğe daha yakın sonuç alınabileceğini kabul edebiliriz.

24 ila $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ su sıcaklığı ve su sıcaklığından $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ daha yüksek hava sıcaklığı için geçerli; değişik hava hızlarına ve nem oranlarına göre Recknagel eşitliklerine göre çizilmiş “Buharlaşma Miktarları” nı gösteren eğri aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 8.2 3 °C'lik hava – su sıcaklık farkı için buharlaşma miktarları

8.5 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 kütleden alır; sonuçta, başka yerden ısı almıyorsa kalın kütlede soğuma meydana gelir. 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.

$$r = (r_0 + c_b \cdot t_s) - (c_s \cdot t_s) \quad (8.5)$$

- r : (t_s) sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısısı, (kcal / kg)
 r_0 : 0 °C sıcaklığındaki suyun buharlaşma gizli ısısı (= 597 kcal / kg)
 c_b : Su buharının ortalama özgül ısısı (= 0,46 kcal / kg. °C)
 c_s : Suyun özgül ısısı (= 1,0 kcal / kg. °C)
 t_s : Buharlaşan suyun sıcaklığı (°C)

Sabit değerler denkleme yerleştirildiğinde;

$$r = (597 + 0,46 \cdot t_s) - 1 \cdot t_s \quad (8.6)$$

Bu gizli ısı, dış hava ile çalışan sistemlerde şayet “ısı ekonomizeri” yoksa tamamen dışarıya atılır. Isı pompası sistemli klima tesisatlarında ise, evaporatördeki basıncı yükselterek kompresörün soğutma ve dolayısıyla kondensasyon kapasitesini yükseltir ve sonuçta ısı pompası sisteminin verimi artar.

8.6 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.

$$M = W / (X_h - X_s) \cdot \gamma \quad (8.7)$$

- M : Hava debisi (m³/ h)
 W : Holden alınacak nem (= Buharlaşan su) miktarı (kg su buh. / h)
 X_h : Hol havası mutlak nemi (kg su buh./ kg k.h.)
 X_s : Üfleme havası mutlak nemi (kg su buh./ kg k.h.)
 γ : Hava özgül ağırlığı (kp / m³)

Eşitlikte, hava miktarını saptayan eden en önemli faktörün üfleme havasının “kuruluğu” olduğu görülmektedir. Üfleme havasının nemi;

- a) Dış havanın kuruluğu esasına dayanan sistemlerde, dış hava mutlak nem değerine,
- b) Isı pompası sistemi ile çalışan tesisatlarda, çevrimin tasarlanmış sıcaklık değerlerine,

göre değişiklik gösterecektir. Tesisatta hava sirkülasyonu için bir enerji harcanmaktadır, bu nedenle istenilen hedefleri gerçekleştirebilecek miktardaki hava ile yetinilmelidir.

8.7 Dış Hava Kullanımlı Tesisatlar

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 nemlidir ve ayrıca ısıtılmasına gerek yoktur; bu nedenle yaz çalışmasında %100 dış hava kullanılır, amaç dış hava şartlarını olabildiğince içeriye taşımaktır.

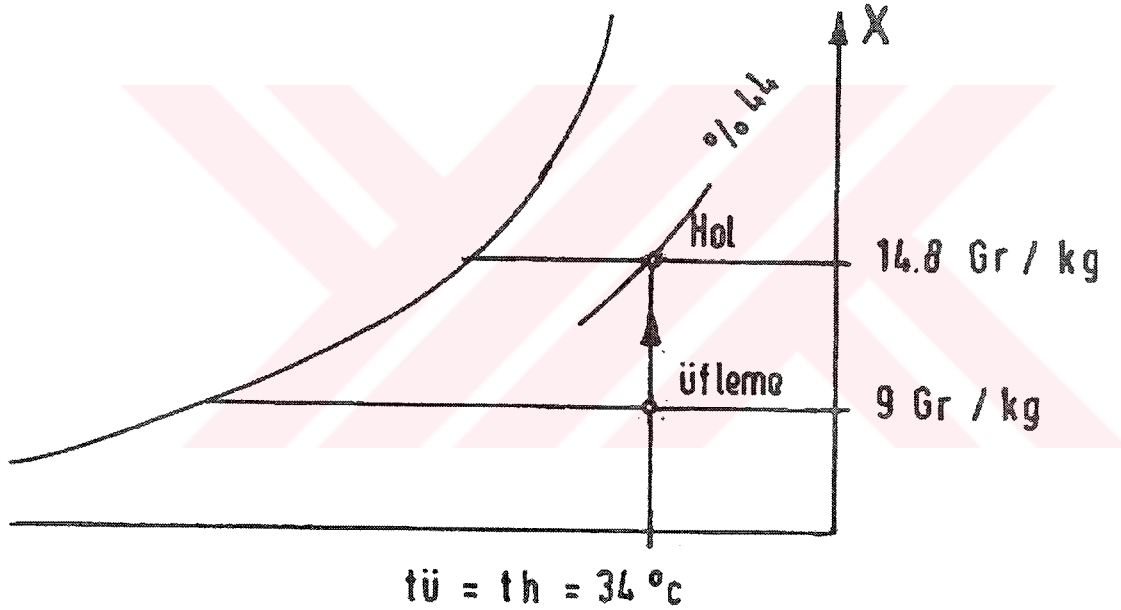
Örnek 3: Örnek 2’de verilen değerlerdeki bir havuzun Ankara iklim şartlarında çalışması halinde, hava debisi ne olmalıdır ?

Veriler: $W = 33,1$ kg su buh./ h, $X_h = 0,0148$ kg su buh. / kg k.h., $\gamma = 1.20$ kp / m³

Yaz mevsiminde Ankara dış hava şartları 34 °C KT ve 20 °C YT olarak alındığında, mutlak nem 9,0 g / kg olarak bulunur: dış hava = üfleme havası = $x_u = 0,009$ kg / kg. Buna göre, biraz önce bulduğumuz eşitlik ile; $(M = W / (X_h - X_S) . P)$

$M = 33,1 / (0,0148 - 0,0090) \times 1,20 = 4755$ m³/h bulunur.

Burada esas, hol havasının $X_h = 0,0148 \text{ kg / kg}$ 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 $t_h = 34 \text{ }^\circ\text{C}$ ve bağıl nemi $\phi_h = \%44$ olmaktadır. Çevrim aşağıdaki şekilde belirtilmiş olup, kış mevsiminde ise $t_d = - 12 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $x_d = 0,0005 \text{ kg / kg}$ mutlak nem değerindeki dış hava şartlarında yapılacak çalışmada, hedeflenen iç şartlar için üfleme havasının yine $x_u = 0,009 \text{ kg / kg}$ nemlilikte bulunması yeterli olacaktır.



Ankara ikliminde kapalı havuz yaz mevsimi çalışması

Şekil 8.3 Ankara şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları

Bu değer karışım havası ile temin edilebilir. Dış hava oranı (DHO) ve karışım sıcaklığı (t_k), psikometrik diyagramdan geometrik orantı ile bulunabileceği gibi;

$$DHO = (x_{\bar{u}} - x_d) / (x_h - x_d) \quad (8.8)$$

ve

$$t_k = DHO \cdot (t_h - t_d) + t_d \quad (8.9)$$

eşitlikleri ile hesaplanabilir. Örneğimiz için;

$$DHO = (0,0090 - 0,0005) / (0,0148 - 0,0005) = \%59,4; \text{ ve};$$

$$t_k = 0,594 \times (30 - (-) 12) + (-) 12 = 13,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

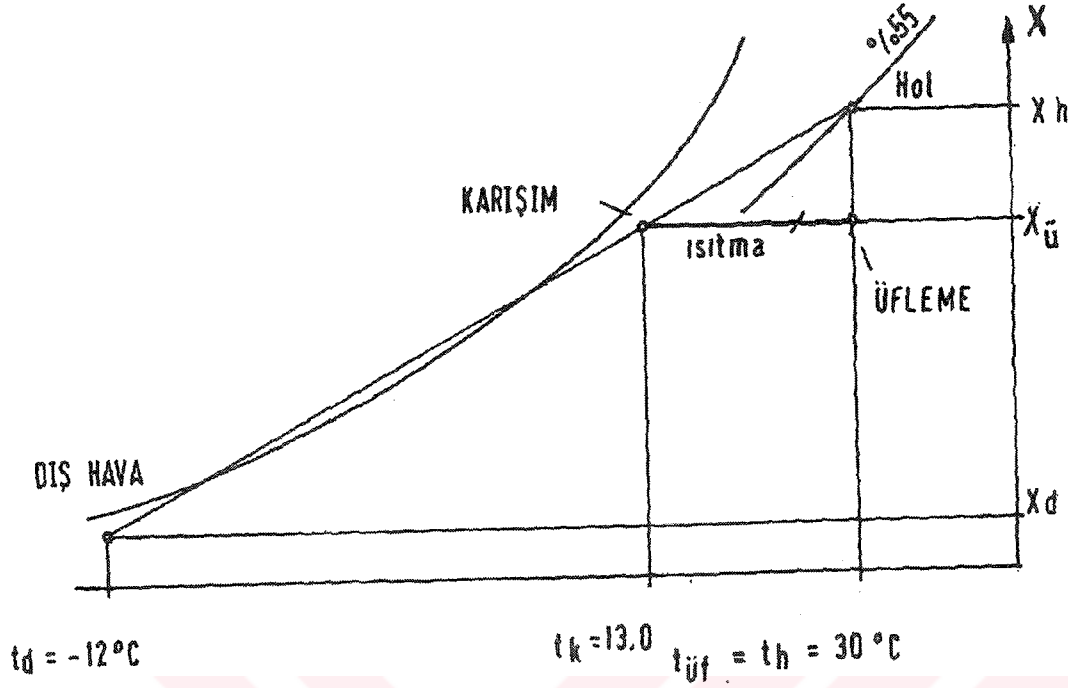
olarak bulunurlar. Karışım noktası, $x_{\bar{u}} = 0,009 \text{ kg / kg}$ doğrusunun $13 \text{ } ^\circ\text{C}$ KT doğrusu ile kesiştiği noktadadır. Çevrimin aşağıdaki psikometrik diyagram şeklindeki çizimde de görüldüğü gibi; karışım havasının, *hol ısı kaybının başka kaynaklardan karşılandığı kabulü ile*, sadece hol sıcaklığına kadar ($30 \text{ } ^\circ\text{C}$) 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 eşitlik ile hesaplayabiliriz:

$$Q_I = M \cdot c_h \cdot (t_h - t_k) \cdot P \quad (8.10)$$

$$c_h : \text{havanın ısınma ısısı} = 0,24 \text{ kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C}, \quad P = 1,20 \text{ kp / m}^3$$

$$Q_I = 4755 \times 0,24 \times (30,0 - 13,0) \times 1,20 = 23280 \text{ kcal / h}$$



Ankara ikliminde kapalı havuz kış mevsimi çalışması

Şekil 8.4 Ankara şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları

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 (%59,4) kullanılması nedeniyle, daha önce açıklanan esaslara göre hesaplanacak “taze hava” nın gereğinden çok daha fazla miktarlarda alınmakta olduğu görülmektedir.

Örnek 4: Örnek 3’deki özellikleri taşıyan havuzun İzmir ili iklim şartlarında çalıştığını kabul edelim. Yaz mevsimi dış şartları, 37°C KT, 24°C YT, $x_d = x_{\bar{u}} = 13,5 \text{ g / kg}$ olacaktır.

$$M = 33,1 / (0,0148 - 0,0135) \times 1,20 = 21218 \text{ m}^3 / \text{h}$$

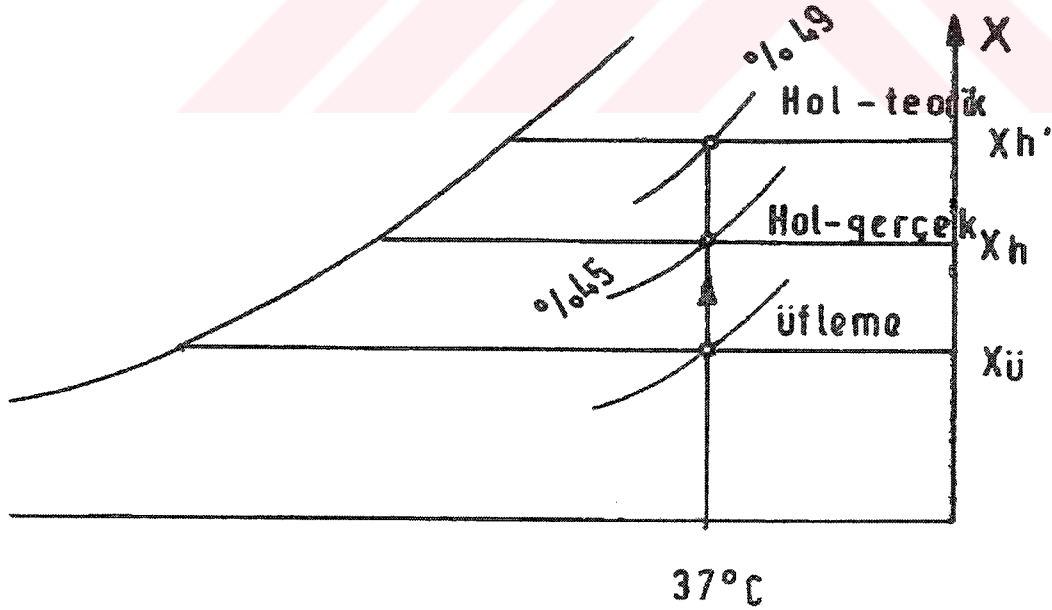
Görüldüğü gibi, daha nemli dış hava ile çalışılacağı için bir hayli yüksek hava debisi gerekmektedir.

Hava debisini önceki örnekteki gibi aynı miktarda sabit tutarsak ($M = 4755 \text{ m}^3/\text{h}$), hol havasının ulaşacağı (x_h^1) teorik mutlak nem seviyesi;

$$x_h^1 = x_u + (W / M \cdot P) \quad (8.11)$$

$$= 0,0135 + (331 / 47550 \times 1,20) = 0,0193 \text{ kg su buh./ kg k.h.}$$

Hol havası, $19,3 \text{ g / kg}$ nem doğrusunun 37°C KT doğrusu ile kesiştiği noktada bulunacaktır, iç nem yaklaşık %49 olmaktadır. Bulunan bu mutlak nem değeri teoriktir. Çünkü, iç mutlak nemin yükselmesiyle “su – hava” basınç farkı (ΔP) küçülecek ve buharlaşan su miktarı da azalacaktır. Pratikte gerçek hol nemi, hedeflenen $x_h = 0,0148 \text{ kg / kg}$ değeri (buharlaşma miktarı buna göre hesaplanmış idi) ile bulunan teorik $x_h^1 = 0,0193 \text{ kg / kg}$ değerlerinin arasında ve ortalarda bir değer olacaktır. Deneme – yanılma metodu ile yapılan hesaplamalar sonucunda, gerçek değer $x_h = 0,0176 \text{ kg / kg}$ olduğu görülmektedir.



İzmir ikliminde yaz mevsimi çalışması

Şekil 8.5 İzmir şartları için psikometrik diyagramda havanın hal şartları

$$x_u = x_h - (W / M \cdot P) \quad (8.12)$$

$$= 0,0148 - (331 / 47550 \times 1,20) = 0,009 \text{ kg su buh./ kg k.h.}$$

Değerler aynı olduğu için, Örnek 3 deki üfleme havası ile aynı nem seviyesi bulunmuştur. Dış hava oranı, $DHO = (x_u - x_d) / (x_h - x_d)$ eşitlik ile;

$$DHO = (0,009 - 0,003) / (0,0148 - 0,003) = 0,51$$

Görülüyor ki, kışın en soğuk günde alınan dış hava oranı %51'e kadar düşecek, diğer günlerde bu oran yükselecektir. Dış havanın 9,0 g / kg ve daha yüksek nem taşıdığı zamanlarda ise, %100 dış hava almaktadır.

8.8 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 (*evaporatörde*) yoğuşturulmak suretiyle havanın nemi alınmakta ve bu arada hava istenilmeden soğutulmuş olmakta; sistemin “sıcak bölgesi”nde (*kondenserde*) ise, bir önceki işlemde istek dışı soğutulan hava bu defa ısıtılmaktadır, öyle ki ısıtma işleminin soğutma işleminden daha yüksek kapasitede sağlanması mümkün olmaktadır. İşte, 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 ısıtmaya gerek vardır. Sudaki buharlaşmanın durduğu anda, suyun ısıtılma gereksinimi de bitecektir, zaten buharlaşma durduğu için ısı pompası sistemi de duracak ve “atık enerji” kalmayacaktır. Suyun buharlaşması ve yoğuşması birbirine zıt, ancak eşit enerji miktarları ile oluşan fiziksel olaylardır.

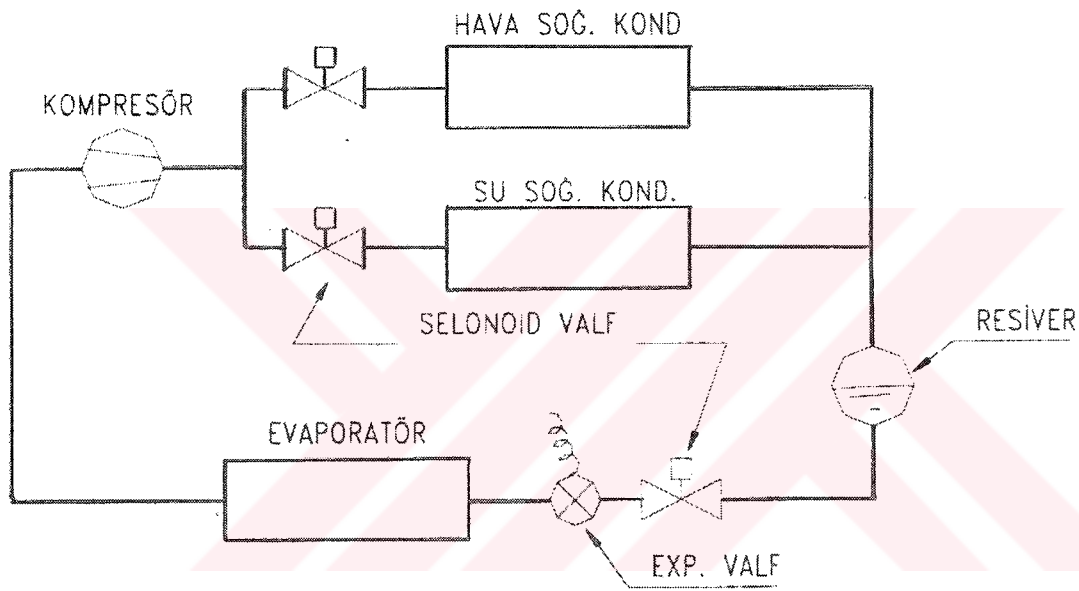
Burada bir hatırlatma yapalım: bir soğutma sistemindeki kondenser kapasitesi (Q_k), soğutma kapasitesinden (Q_s) daima büyüktür.

$$Q_k = Q_s + P_m \cdot 860 \quad (8.13)$$

Q_k : Kondensasyon kapasitesi (kcal / h)

Q_s : Soğutma kapasitesi (kcal / h)

P_m : Kompresör motoru gücü (kW)

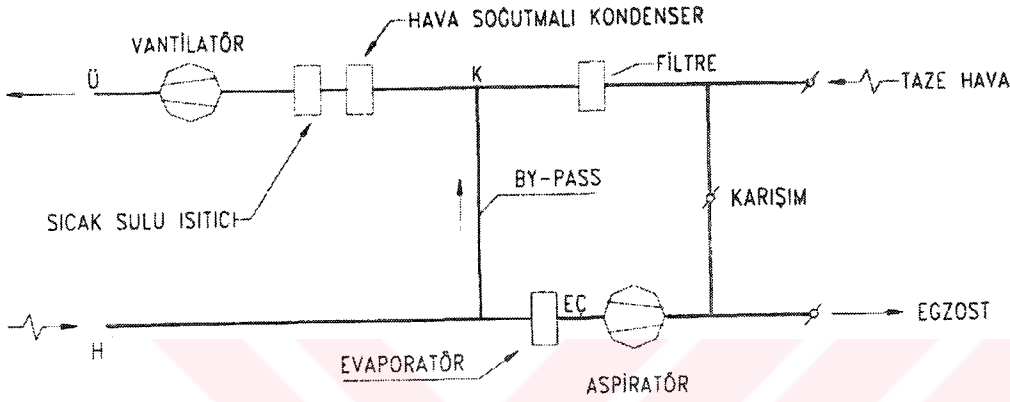


Isı pompası sistemi soğutma kompresörü devresi

Şekil 8.6 Soğutma kompresörü devresi

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. (yukardaki şekil)

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.



Isı pompası sistemi santral hava akış şeması

Şekil 8.7 Santral hava akış şeması

Yukarıdaki şekilde, ısı pompalı bir santralin hava akış şeması görülmektedir: Holden dönen havanın %30 ila 40'ı oranındaki bir bölümü evaporatöre girmeden önce by-pass edilerek doğrudan kondenser bölümüne verilmektedir. Bundaki amaç, daha fazla hava debisine ihtiyaç gösteren kondenseri besleyebilmektedir. By-pass miktarı, seçilecek kondensasyon sıcaklığına ve kondenser büyüklüğüne göre değişecektir.

By-pass edilen miktardan sonra kalan hava (Toplam debinin %60 ila 70'i), evaporatörden geçirilir ve soğutulurak 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.

Hava, evaporatör çıkışından sonra "karışım hücresi" ne gelmekte ve burada gerekli miktarda egzoz 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 şartlar da önemini kaybetmektedir. Bu durumda dışardan 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 soğutmali” kondenserden, daha sonra sıcak su eşanjöründen geçmekte ve vantilatör tarafından havuz holüne gönderilmektedir.

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 $M = W / (X_h - X_s) \cdot \gamma$ eşitliğinden yararlanılarak 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, santraldeki hava soğutmalı kondenser yine “ısıtıcı” görevini sürdürecektir. Kompresör durduğunda, doğal olarak bu kez sıcak su’lu hava ısıtıcısının devreye girmesine gerek kalmayacaktır.

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.

$$Q_s = M_e \cdot \Delta h \cdot \gamma \quad (8.14)$$

Q_s : Soğutma kapasitesi (kcal / h)

M_e : Evaporatörden geçen hava debisi (m³/ h)

Δh : Evaporatör giriş – çıkış hava entalpi farkı (kcal / kg)

γ : Hava özgül ağırlığı (kp / m³) (örneklerde 1,20 alınmıştır)

Evaporasyon sıcaklığı 5 ila 10 °C arasında olabilir. Daha düşük sıcaklıklar ekstrem şartlarda evaporatörde buzlanmaya neden olacağı için tehlikelidir. Kondensasyon sıcaklığı 45 – 55 °C arasında seçilebilir.

Örnek 5: Örnek 2’ de değerleri verilen havuzun neminin ısı pompası sistemli klima tesisatı ile giderilmesi. Bilinenler:

$$W = 33,1 \text{ kg su buh./ h, } A_b = 100 \text{ m}^2,$$

$$\text{Hol şartları: } t_h = 30 \text{ }^\circ\text{C, } x_h = 0,0148 \text{ kg su buh./ kg k.h., } h_h = 16,26 \text{ kcal / kg,}$$

$$\phi_h = \%55.$$

Çevrimin incelenmesi psikometrik diyagramda yaptığımızda ön kabuller:

$$t_{ev} : \text{Evaporasyon sıcaklığı} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{kon} : \text{Kondensasyon sıcaklığı} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{BHO : Kondenser by-pass havası oranı} = \%30$$

$$\text{Evap. Çıkışı : } t_{eç} = 12,5 \text{ }^\circ\text{C, } x_{eç} = 0,0088 \text{ kg / kg, } h_{eç} = 8,34 \text{ kcal / kg, } \phi_{eç} = \%97.$$

Karışım havasının mutlak nem ve sıcaklık değerleri:

$$X_k = x_{eç} + (x_h - x_{eç}) \cdot BHO$$

$$= 0,0088 + (0,0148 - 0,0088) \times 0,30 = 0,0106 \text{ kg su buh./ kg k.h.}$$

$$t_k = t_{eç} + (t_h - t_{eç}) \cdot BHO$$

$$= 12,5 + (30,0 - 12,5) \times 0,30 = 17,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Karışım havası mutlak nemi, aynı zamanda üfleme havasının nemi olmaktadır: $x_k = x_u$

Hava debisi hesaplanırsa;

$$M = 33,1 / (0,0148 - 0,0106) \times 1,20 = 6567 \text{ m}^3/\text{h} \text{ olarak bulunur.}$$

Evaporatörden geçen hava;

$$M_e = M \cdot (1 - BHO)$$

$$= 6557 \times (1 - 0,30) = 4597 \text{ m}^3/\text{h,}$$

Soğutma kompresörü kapasitesi $Q_s = M_e \cdot \Delta h \cdot \gamma$ denklemi ile hesaplanır.

$$Q_s = M_e \cdot \Delta h \cdot \gamma; \quad \Delta h = h_h - h_{eç} = 16,26 - 8,34 = 7,92 \text{ kcal / kg}$$

$$Q_s = 4597 \times 7,92 \times 1,20 = 43690 \text{ kcal / h}$$

Yukarıda belirtilen $8 \text{ } ^\circ\text{C}$ evaporasyon ve $45 \text{ } ^\circ\text{C}$ kondensasyon sıcaklıkları için “X” model kompresör seçilmiştir. Kompresörün soğutma kapasitesi 43690 kcal / h , çalışma şartlarında elektrik motor güç girişi $12,41 \text{ kW}$ ve gerekli kondenser kapasitesi $Q_k = Q_s + P_m \cdot 860$ denklemi ile;

$$Q_k = 43690 + (12,41 \times 860) = 54363 \text{ kcal / h } \text{ olmaktadır.}$$

Geri-ısıtma'nın kapasitesi ise $Q_1 = M \cdot c_h \cdot (t_h - t_k) \cdot \gamma$ eşitliği ile hesaplanır.

$$Q_1 = 6567 \times 0,24 \times (30,0 - 17,75) \times 1,20 = 23168 \text{ kcal / h}$$

olarak bulunur. Bu ısı kapasitesi sistemin mevcut kondenzasyon kapasitesinden karşılanmaktadır ve bu miktara, bilindiği gibi holün kış mevsimi ısı kaybı dahil edilmemiştir.

8.9 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 kullanımı için geçerli olan enerji birim fiyatları ile karşılaştıralım:

Verilen son örnekte, ısı pompası sisteminin açığa çıkan 54363 kcal / h'lik ısı kapasitesinin harcama dağılımını şöyle özetleyebiliriz:

a) Havanın geri ısıtılması (Q_1)	: 23168 kcal / h
b) Havuz suyu ısıtılması ($Q_{su-gizli}$)	: 19260 kcal / h
c) Bina ısı kaybına katkı (Q_{bina})	: 11935 kcal / h

Toplam	: 54363 kcal / h

Bu kapasitenin sağlanması için harcanan enerji 12,41 kW; TEK tarifesi 18.820,- TL/kW.h olduğuna göre, birim harcama;

$$12,41 \text{ kW} \times 18.820,- \text{ TL/kW.h} = 233.556,- \text{ TL/h olur.}$$

Dış havalı sistemde de, kalorifer kazanlarının aynı enerjiyi üreterek tesisatta harcanıldığını kabul edelim. Harcama dağılımı şöyle olacaktır:

a) Üfleme havasının ısıtılması (Q_f)	: 23168 kcal / h
b) Havuz suyu ısıtılması ($Q_{su-gizli}$)	: 19260 kcal / h
c) Bina ısı kaybına katkı (Q_{bina})	: 11935 kcal / h

Toplam	: 54363 kcal / h

Bu enerjinin $H_u = 9200$ kcal /kg alt ısı kapasiteli 6 no fuel – oil ile, kazan randımanı $\eta_k = \%80$ olan bir kalorifer kazanında sağlanacağı kabulü ile kullanılan yakıt:

$$m = Q / H_u \cdot \eta_k \quad (8.15)$$

$$= 54363 / 9200 \times 0,8 = 7,39 \text{ kg / h}$$

Aynı takvimde fuel-oil'in birim fiyatı 33.160,- TL / kg olduğuna göre birim harcama:

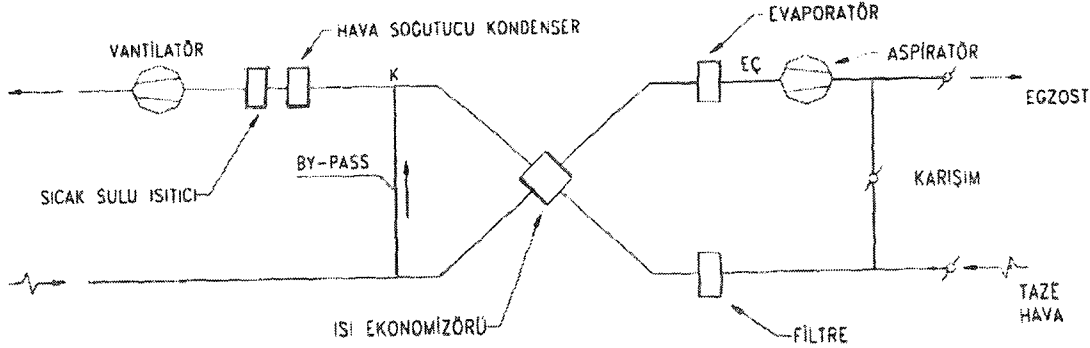
$$7,39 \text{ kg / h} \times 33.160,- \text{ TL / kg} = 245.052,- \text{ TL / h olur.}$$

Görüldüğü gibi, ısı pompası sistemi fuel-oil'e göre %5 civarında bir enerji tasarrufu getirmektedir. Aynı karşılaştırmayı doğal gaza göre yaparsak, $H_u = 8250$ kcal / m³, $\eta_y = \%90$ için 7,32 m³/ h yakıt tüketimi ve 45.730,- TL/m³ birim fiyat ile, 334.744,- TL/h lik harcama bulunur. Isı pompası sisteminin doğal gaza göre %30 civarında ucuz olduğu görülmektedir.

8.10 Isı Ekonomizeri

Yapılacak tesisatın türü ne olursa olsun, klima santralinde bir ısı ekonomizeri kullanılması önemli ekonomik faydalar getirmektedir.

Dış hava esasına dayanan santrallerde bu ekonomizer, egzoz havası ile alınan dış hava arasına konulur. Isı pompası sistemli tesisatın santralinde ise, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi , evaporatör giriş ve çıkış havalarının arasına yerleştirilir. Uygulamalarda genellikle “ısı borusu” ve “levhali” tip ekonomizerler çok yaygın olarak kullanılmaktadır.



Ekonomizer ile çalışan ısı pompası sistemli klima santrali hava akış şeması

Şekil 8.8 Klima santralinin hava akış şeması

Her iki tip için $\eta_{ek} = \%50 \sim 60$ verimli olarak seçilmiş ekonomizerlerin optimum çözüm getirecekleri söylenebilir. Her iki bölmesindeki hava debilerinin birbirine eşit olmaları halinde, ekonomizerin randımanı:

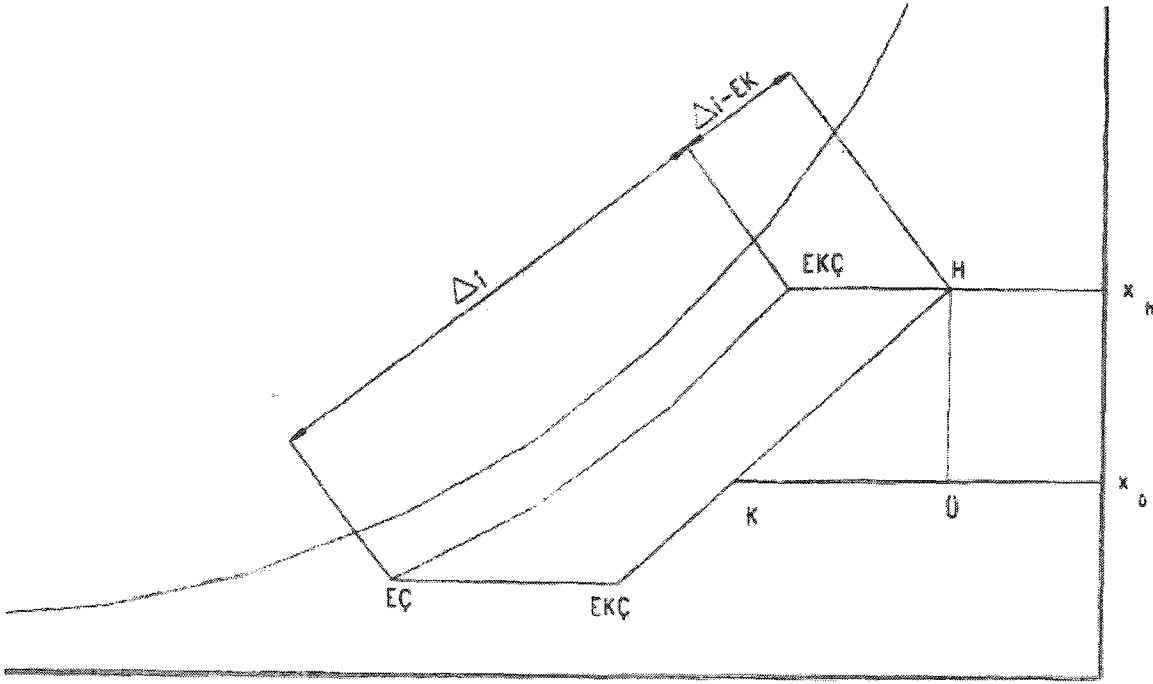
$$\eta_{ek} = (t_{ç-dış} - t_d) / (t_i - t_d) \quad (8.16)$$

η_{ek} : Ekonomizer ısı verimliliği (%)

$t_{ç-dış}$: Dış havanın ekonomizerden çıkış sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_d : Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_i : İç hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)



Ekonomizerli ısı pompası tesisatının çalışması

Şekil 8.9 Ekonomizerli ısı pompası tesisatı çalışma şartları

Aynı eşitlikten alınan dış havanın eşanjörden çıkış sıcaklığı bulunur:

$$t_{ç-dış} = t_d + (t_i - t_d) \cdot \eta_{ek} \quad (8.17)$$

Isı pompası sisteminde çalışan ve daha evvel hava akış şeması verilen ekonomizerli bir tesisatın çevrimi yukarıdaki psikometrik diyagramda verilmiştir. Hol havasının by-pass yapılandırından sonra kalan kısmı ekonomizere girmekte ve $(h - ekç)$ değişimi boyunca “ön soğutma” işleminden geçmektedir. Burada kazanılan soğutma (Δh_{ek}) , doğrudan doğruya soğutma kompresörünün kapasitesini düşürmektedir. Evaporatörde kompresörün gerçekleştirdiği (Δh) büyüklüğündeki soğutma ve yoğuşurma sonrasında hava, bu kez ekonomizerin diğer bölgesinden geçerek $(eç - ekç)$ değişimi boyunca ilk bölgede verdiği (Δh_{ek}) enerjisini aynen geri almakta ve bir ön ısıtma işleminden geçirilmiş olmaktadır ve böylece bir sonraki kondenser ısıtma enerjisinden de tasarruf edilmektedir.

Dikkat edilirse, ısı pompası uygulamasında ekonomizlerden her iki geçiş yönünde de yararlanılmaktadır. Dış hava esaslı santralde ise yararlanma sadece tek yönde olmakta, bu da 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.



9. YÜZME HAVUZLARINDA BORU OPTİMİZASYONU

Havuz tesisatlarında bir çok yerde optimizasyon yapmak gerekebilir. Burada kriter, en kritik hattın tespiti ve optimizasyonun yapılması olacaktır. Optimizasyon ise bize tesisatta kullanılacak uygun boru çapını verecektir.

9.1 Ekonomik Boru Çapının Bulunması

9.1.1 Kullanılacak pompanın debisi

Havuz su kapasitesinin sirkülasyon zamanına bölünmesi ile tesiste kullanılacak pompanın debisi bulunur.

$$Q = \frac{V_{\max}}{n} (m^3 / h) \quad (9.1)$$

V_{\max} = havuz kapasitesi (m^3)

n = Tüm havuz suyunun sirkülasyonu için geçen süre (h / devir)

9.1.2 Kum filtresi debisi

Basıncılı kum filtrelerinde, filtreleme hızı 10 m/s olarak alınmaktadır. Filtre tasarımında, toplam sirkülasyon debisinin süzme hızına bölünmesi ile toplam tank kesit alanı ve bu alanın da seçilen tank sayısına bölünmesi ile her bir tankın kesiti belirlenir. Filtreleme kapasitesi pompa debisine eşit alınabilir.

Toplam filtreleme alanı :

$$S_{FA} = \frac{Q_F}{V_F} (m^2) \quad (9.2)$$

S_{FA} : Toplam filtreleme alanı (m^2)

Q_F : Filtreleme kapasitesi (m^3 / s)

V_F : Filtreleme hızı (m / s)

V_F : 10 m / s kabul edilmiştir.

9.1.3 Besleme memesi tespiti

Yüzme havuzunda kullanılan besleme memesi sayısı; saatte sirküle edilecek suyun seçilen besleme memesinin maksimum debisine bölünmesi ile bulunur.

$$k = \frac{Q}{Q_{BN}} \quad (9.3)$$

k : Besleme memesi sayısı

Q : Saatte sirküle edilecek su miktarı (m^3 / h)

Q_{BN} : Besleme memesi debisi (m^3 / h)

9.1.4 Hidrolik hesaplar

Sistemde iki adet emme hattı vardır. Pompa normal çalışmada toplam debinin %80'ini rezerv tankından, %20'sini de havuz dibinden emmesi gerekmektedir. Hesaplamalarda sistemin emniyeti için her iki devrenin boru çapları %100'e göre yapılacaktır. En yüklü emiş hattı rezerv tankı dip emiş olduğundan; kritik hat olarak rezerv tankı dip emişi seçilir.

Hesaplamalar rezerv tankı dip emişi ile ana basma hattı üzerindeki kayıplara göre yapılmaktadır. Havuz tesisatında kullanılacak borularda suyun akış hızı 3 m/s değerini geçmeyecektir. Bundan dolayı sadece bu hızı sağlayacak boru çapı tayin edilir. Daha sonra bulunan bu iç çaptaki ve daha büyük iç çapa haiz borular için işlemler yapılır..

Hidrolik hesaplamalarda ilk önce akışkanın boru içindeki akış hızı (V) bulunur.

$$V = \frac{Q}{A} (m/s) \quad (9.4)$$

Q : Debi (m³ / s)

A : Akışa dik boru iç alanı (m²)

Boru içindeki akışın laminar veya türbilanslı olup olmadığını anlamak için “Reynolds” boyutsuz sayısı hesaplanır.

$$Re = \frac{V.d}{\nu} \quad (9.5)$$

d : Boru iç çapı (m)

ν : öngörülen sıcaklık için akışkanın kinematik viskozitesi (m²/s)

Bundan sonra akış sırasında oluşan çeşitli enerji kayıpları hesaplanır.

9.1.4.1 Düz boru enerji kayıpları

Toplam boru boyunca enerji kaybını bulmak için boru boyu ile birim boru boyundaki enerji kaybını çarpmamız gerekir.

$$H_L = J . L \quad (9.6)$$

L = Toplam boru uzunluğu (m)

$$J = \lambda \cdot \frac{L.V^2}{d.2.g} \quad (mSS / m) \quad (9.7)$$

J : Birim boru boyundaki enerji kaybı

λ : Boru enerji kayıp katsayısı

g : Yerçekimi ivmesi (m / s²)

9.1.4.2 Boru enerji kayıp katsayısının tayini

Bu değer Moody özel diyagramında akışın cinsine göre tespit edilebileceği gibi bazı ampirik formüller kullanmak suretiyle de büyük bir yaklaşımla hesaplanabilir. Bu projede ampirik formüllerle hesap yoluna gidilmiştir.

Borularda akışın laminar olması halinde (Re < 2300):

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (9.8)$$

Bağıntısı kullanılır.

Boruların içinde akışın türbilanslı olması halinde (Re > 2300);

Moody diyagramına en uygun ampirik eşitlik olan Colebrook White ampirik eşitliği kullanılır.

$$\lambda = 4 \cdot C_f \quad (9.9)$$

$$\frac{1}{\sqrt{C_f}} = 4 \cdot \log_{10} \left(\frac{d_0}{2 \cdot k} \right) + 3,48 \quad (9.10)$$

k : Pürüzlülük miktarı (m)

9.1.4.3 Lokal enerji kayıpları

Boru hattında bulunacak boru ek parçalardan ve armatürlerden doğan yersel enerji kayıpları şu eşitlikle bulunabilir.

$$H_v = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (9.11)$$

K : Toplam kayıp katsayısı

9.1.4.4 Pompanın manometrik basma yüksekliği

Bir sıvı pompasının, akışkanın birim kütlesi başına akışkana kazandıracığı enerjidir. Pompanın serbest sıvı yüzeyine haiz iki depo arasında çalışması durumunda :

$$H_m = H_g + H_k \quad (9.12)$$

H_m : Manometrik basma yüksekliği (mSS)

H_g : Geometrik Yükseklik (mSS)

H_k : Toplam kayıp enerji (mSS)

$$H_k = \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + K \right) \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (9.13)$$

9.1.5 Pompanın efektif basma yüksekliği

Pompa miline verilmesi gereken güç

$$N_e = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H_m}{102 \cdot \eta_g} \quad (\text{kW}) \quad (9.14)$$

γ : Akışkanın özgül ağırlığı (kp / m^3 , daN / m^3)

γ_{su} : $1000 \text{ daN} / \text{m}^3$ alınacaktır.

η_g : Pompa genel verimi

Pompayı Tahrik Eden Motorun Gücü:

Elektrik motorunun gücü, efektif gücünün büyüklüğüne göre bir miktar büyük seçilerek motor – pompa grubunun emniyetli çalışması istenir.

$$N_m = \alpha \cdot N_e \quad (\text{kW}) \quad (9.15)$$

N_m : Seçilecek elektrik motorunun gücü

α : Emniyet katsayısı

$N_e < 6,8$ (kW) ise $\alpha = 1,3$

$6,8 < N_e < 34$ ise $\alpha = 1,2$

$N_e > 34$ ise $\alpha = 1,1$ alınır.

9.1.6 Maliyet hesapları

Pompa hattı (havuz tesisatındaki) için iki türlü masraf yapılır.

- a) Moto – pomp elektrik masrafı
- b) Yatırım masrafı

Genelde bir boru hattında önemli bir bakım masrafı gerekmez. Projede, amaç ekonomik boru çapını bulmak olduğundan maliyet hesaplamaları boru çapına bağlı olarak değişen masraflar göz önüne alınarak yapılacaktır. Örneğin, yatırım masrafı olarak sadece boru fiyatları göz önüne alınacak, işçilik masrafları göz önüne alınmayacaktır. Yatırım

masrafları içine giren manşon, vana, çek valf, kum filtresi, ön filtre, dirsek, vb. elemanların masrafları hesaplara katılmayacaktır.

9.1.6.1 Moto–pomp elektrik sarfiyatı (S.E.M)

Moto – pomp elektrik sarfiyatı senelik olarak hesaplanacaktır.

$$S.E.M. = N_m \cdot E_C \cdot H \cdot h \quad (TL / sene) \quad (9.16)$$

H : Havuzun bir yıldaki çalışma süresi (gün / yıl)

h : Havuzun günlük çalışma süresi (saat / gün)

9.1.6.2 Yatırım masrafı (Senelik Toplam Sabit Masraf) (S.T.S.M)

Günün şartlarına göre, bileşik faiz hesabı yardımı ile “t” sene sonra yenilenecek borunun bir metresi için sene sonunda bloke edilecek senelik masraftır.

Senelik Sabit Masraf (S.S.M):

$$S.S.M. = BBF \cdot K' \quad (TL / m.sene) \quad (9.17)$$

BBF : Birim boru fiyatı

K' : Birleşik faiz katsayısı (1 / sene)

$$K' = \frac{r \cdot (1+r)^t}{(1+r) - 1} \quad (1 / sene) \quad (9.18)$$

r : Boru fiyatındaki yıllık artış yüzdesidir.

t : Tesisatta kullanılacak borunun işletme süresidir.

Senelik sabit masrafın toplam boru boyu ile çarpılması sonucu senelik toplam sabit masraf bulunur. (S.T.S.M.)

$$S.T.S.M. = S.S.M. \times L. \quad (TL / sene) \quad (9.19)$$

9.1.6.3 Senelik toplam masraf (S.T.M.)

Boru hattının t sene kullanılacağını düşünerek, bunun tesise olan senelik maliyeti kabaca senelik sabit masraf ve senelik elektrik masraflarının toplanması ile bulunabilir. Değişik boru çapları için belirtilen hesaplar tekrarlanır. Koordinatları d ve STM olan bir eğri çizilerek, minimum STM'i veren "d" çapı bulunur. Bu bulunan d çapı, yatırım ve işletme yönünden en ekonomik boru çapıdır.

9.2 Bilgisayar Programının Tanıtımı

Yapılan bilgisayar programı yardımı ile mimari ölçüleri belli bir havuz için gerekli pompa gücü ve boru çapı hesaplanmakta ve tesisatın yatırım, işletme ve toplam maliyet yönünden incelenmesi yapılmakta ve en ekonomik boru çapı tespit edilmektedir.

9.3 Örnek Hesap :

Havuz a ait teknik veriler

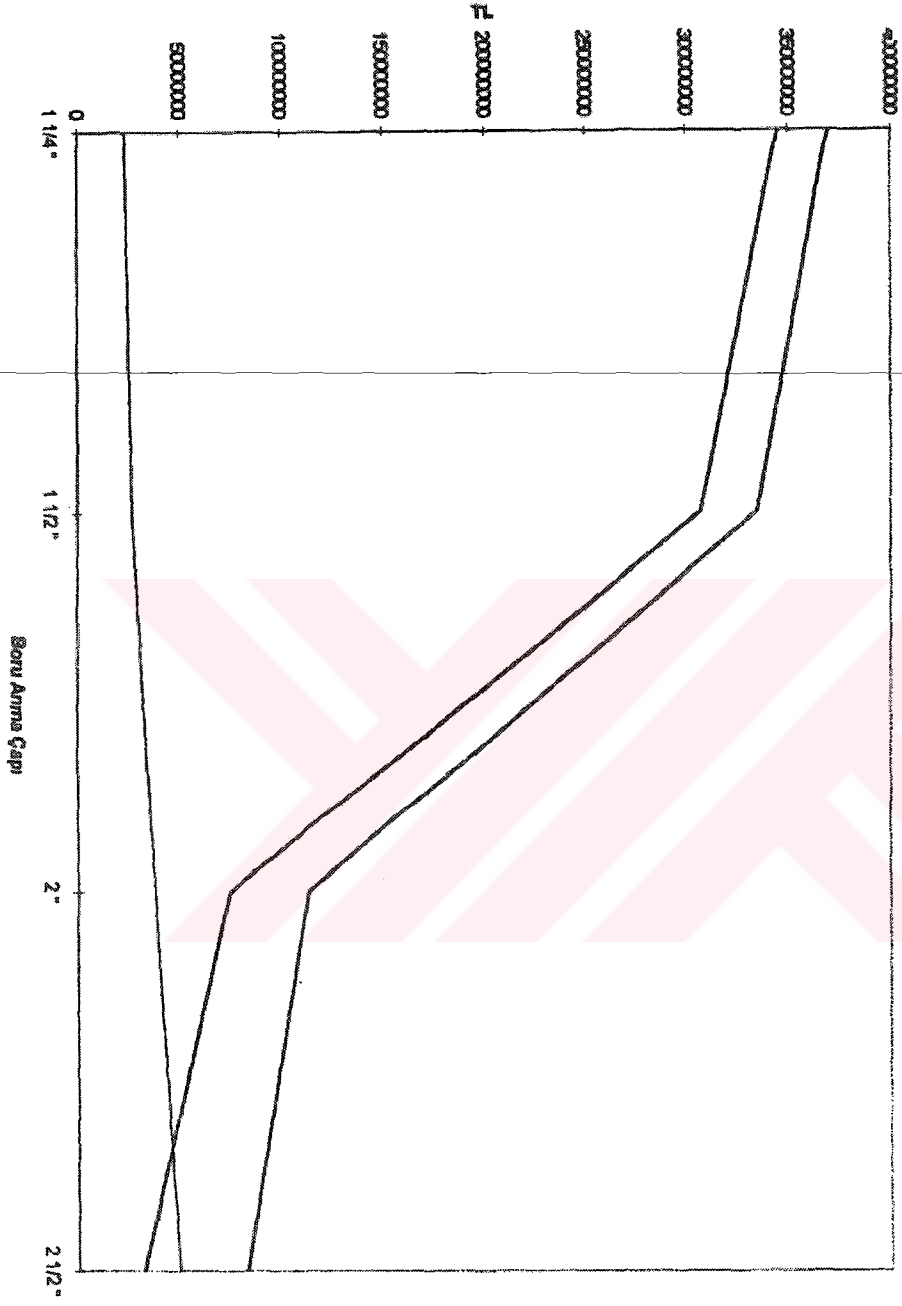
Derinlik	: 2 m
Genişlik	: 4 m
Boy	: 12,5 m
Günlük Çalışma Süresi	: 10 saat
Yıllık Çalışma süresi	: 15 mayıs – 15 eylül arasında 121 gün / yıl
Pompa Emiş Hattı Uzunluğu (rezerv tank.)	: 3 m
Pompa Basma Hattı Uzunluğu	: 40 m
Rezerv Tankı ile Havuz Arasındaki Kot Farkı	: 1 m

Hesaplama Sonuçları

Pompa Debisi	: 10 m ³ / h
Boru İçinde Akış Hızı Maksimum	: 3 m / s
Minimum İç Boru Çapı	: 34,35 mm

Sonuçları

Boru Anma Çapı	Akış Hızı (m / s)	Pompa Gücü (kW)	Y.E.M (TL / Yıl)	Y.T.S.M (TL / yıl)	Y.T.M (TL / yıl)
1.25	2.57	15.2	345,865,674	23,765,670	369,631,344
1.50	2.53	13.5	307,815,893	27,268,020	335,083,913
2.00	1.22	3.3	75,188,190	38,436,840	113,625,030
2.25	0.73	1.5	32,581,549	50,395,140	82,976,689



— Sermelik Elektrik Masrafı
 — Sermelik Toplam Sabit Masraf
 — Sermelik Toplam Masraf

10. SONUÇ

Yüzme havuzları ülkemizin gündemine girmiş durumdadır. Yerel ve ulusal basında, uygulamalarda doğan olumsuzlukları hep beraber görmekteyiz. Sektörün yeni ve gelişmekte olduğunu göz önüne alırsak, yapılması gerekenler daha da önem kazanmaktadır. Öncelikle sektörün meslek örgütünün, standartların uygulanması ve iş etiğinin oluşturulması konusunda yoğun çaba gösterilmesi gerekmektedir.

Yüzme havuzu suyunun hazırlanmasıyla ilgili bir normun gerekliliği her durumda ifade edilmeli ve savunulmalıdır. Norm, planlamacılara tekniğin ulaştığı noktaya ve hijyenik ana taleplere uygun vazgeçilmez planlama temeli sunar, kullanıcılara da gerekli güvenliği sağlar. Normlara uygun bir su hazırlama tesisi satın alırken, tesisin normda belirtilenlere uygun, ilgili makamlarca tanınmış kuralları içeren teknikte yapılmış bir tesis olduğuna güvenilebilir. Normun bütün kullanım alanları dikkate alınmalı ve belirlenen istekler, gereklilik çerçevesinde (ama teknik olarak yapılabilir çerçevesinde değil) olmalıdır.

Havuzun açık mı yoksa kapalı mı yapılacağına çevrenin iklimi göz önünde tutularak karar verilebilir. Daha sonraki aşama ise havuzun büyüklüğüdür. Bu da büyük ölçüde yapılacak yerin büyüklüğü ile orantılıdır. Mesela bir otele yapılacağını varsayarsak, otelin şehir, tatil ya da tedavi oteli olması da bu konuda etkili olur. Alman inşaat işleri kurumu, bu konuyu bazı kurallara bağlamıştır. Şehir otellerinde havuzun sabah ve akşamları, tatil ve tedavi otellerinde ise işletmenin açık kaldığı zaman içinde tabii ki farklı sıklıkta kullanılıyor olması otel kategorilerine göre havuz büyüklüğünün ölçülendirilmesinde rol oynar.

Dikkate alınması gereken diğer bir konu da yaşlı veya sakat müşterileri olan otellerin, özellikle tedavi otellerinin, havuzlarına giriş ve çıkışların rahat bir merdivenle olması gerekliliğidir. Yaşlı her kişi dik havuz merdivenlerini kullanabilecek durumda olmayabilir.

Yüzme havuzları, terapi havuzları ve masaj havuzları gibi insan sağlığı ile direk ilişkili su tesislerinde, dezenfeksiyon tartışılmaz, gerekliliklerin yerine getirilmesinde, oldukça geniş yer tutan oksidanların, en etkinlerini mühendislik optimizasyonu kalıpları içinde değerlendirmek gerekir

KAYNAKLAR

Arıtım Dünyası Dergisi, Ozonlama ile Suların Dezenfeksiyonu ve Arıtımı

Ashrae Handbook, (1995), HVAC Applications

Erkoç Mim. Ltd. Teknik Bülten, Özel Havuzlarda Dezenfektasyon – Yöntemler

Havuz Dergisi, Dezenfeksiyonun Diğer Metodları

İşbilen, İ., (1992), Ataköy Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu, Klima Tesisat Proje Raporu

Tamer, Ş., (1972) Klima ve Havalandırma

TMMOB Makine Mühendisleri Odası, (1994), İstanbul Tesisat Kongresi Bildiriler Kitabı

UHE – 1, (1995), Yüzme ve Yıkama Havuzu Suyunun Hazırlanması ve Dezenfeksiyonu

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	07.08.1972	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1986 – 1989	Yeni Levent Lisesi
Meslek Yüksek Okulu	1989 – 1992	Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fak. Meslek Yüksek Okulu, İktisadi ve İdari Programlar (Pazarlama Programı) Bölümü
Lisans	1992 – 1998	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak., Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1998 – —	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

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