



ISITILAN YÜZME HAVUZLARINDA ISITMA YÜKÜ HESABI ve ISITICI SEÇİMİ

Cüneyt ÖZYAMAN

ÖZET

Bu çalışmada; ısıtılan yüzme havuzlarında, sıcak su kaynağı, ısı değiştirgeci ve tesisatlarının seçim ve tasarımda kullanılacak ısıtma yükü hesapları için gerekli kaynak araştırması yapılmıştır. Hesap sonuçları havuzun kullanım ve çevre şartlarına göre büyük farklılıklar göstermektedir. İlk ısıtma için gerekli ısı hesabı ise ayrıca yapılmaktadır. Kullanıcının tercih ve istekleri sonuçları etkilemektedir. Çalışmanın sonundaki örnek hesap ile farklılıklar irdelenecektir.

1. GİRİŞ

Yüzme havuzu suyunun ısıtılması iki amaçla yapılmaktadır;

- Konfor şartlarının yükseltilmesi
- Havuzun kullanım süresinin uzatılması

Böylece sadece yaz sezonunda kullanılabilen havuzların tüm yıl kullanımı sağlanmakta ve zaten inşai yatırımı yapılmış olan havuzun işletmeye ekonomik getirisi artırılmaktadır. Ancak havuz suyunun ısıtılmasının da yatırım ve işletme maliyetleri bulunmaktadır. Bu maliyetlerin en aza indirilebilmesi ancak doğru tasarım ile olasıdır.

2. ISI KAYBI VE KAZANCI HESAPLARI

Aşağıdaki tabloda yüzme havuz suyu için önerilen sıcaklık değerler verilmiştir.

Tablo 1:Farklı kullanma amaçlarına göre önerilen havuz suyu sıcaklıkları [1]

HAVUZ TİPİ	SU SICAKLIĞI(°C)
Halka açık havuzlar	26-28
Spor havuzları	22-24
Çocuk havuzları	26-32
Terapi havuzları	35
Masaj havuzları	32-26
Soğuk su(şok)havuzları	15

2.1. ISI KAYBI HESAPLARI

2.1.1 SU YÜZEYİNDEN TAŞINIM İLE ISI KAYBI (Q_t , kCal/m²h)

Açık havuzlarda ısı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_t = \alpha_t \cdot (t_h - t_c) \quad [2] \quad (1)$$

t_h =Havuz suyu sıcaklığı(°C)

t_c =Çevre hava sıcaklığı(°C)

α_t =Su yüzeyi taşınım katsayısı(kCal/m²h°C).

$$\alpha_t = 1,8 \cdot v + 1,65 \sqrt{v} \quad [2] \quad (2)$$

v =su yüzeyindeki hava hızı(m/s)

Tablo 2:Açık havuzlar için su yüzeyi hava hızına bağlı olarak α_t değerleri

	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz korunmasız
v	1	2	4
α_t	3,5	6,0	11,0

Kapalı yüzme havuzlarında ise,salon hava sıcaklığı genellikle havuz su sıcaklığından yüksek tutulduğundan taşınım ile ısı kaybı söz konusu değildir.Ancak ortam ısıtılması yapılmayan kapalı havuzlarda $Q_t=10$ kCal/m²h alınabilir.[3]

2.1.2 SU YÜZEYİNDEN İŞINIM İLE ISI KAYBI (Q_i , kCal/m²h)

Açık havuzlarda ısı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_i = R \cdot \theta \cdot (t_h - t_c) \quad [3] \quad (3)$$

R =İletişim katsayısı(uygulamada 5 kCal/m²h°C⁴)

θ =Sıcaklık çarpanı(Uygulamada 1 °C)

t_h =Havuz suyu sıcaklığı(°C)

t_c =Çevre hava sıcaklığı(°C)

Kapalı yüzme havuzlarında ise,işınım ile kaybolan ısı,salon duvar ve çatısından yansiyarak tekrar suya döner.Bundan dolayı hesaplarda dikkate alınmaz.[3]

2.1.3 SU YÜZEYİNDEN BUHARLAŞMA İLE ISI KAYBI (Q_b , kCal/m²h)

Isı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_b = \sigma \cdot (m_{dh} - m_{nh}) \cdot h_s \quad [4] \quad (4)$$

m_{dh} =Su yüzeyindeki doymuş havanın içinde bulundurduğu su miktarı(kg/kg kuru hava)

m_{nh} =Çevre sıcaklığı ve bağıl neminde havanın içinde bulundurduğu su miktarı(kg/kg kuru hava)

h_s =Havuz suyu sıcaklığında suyun buharlaşma ısısı(uygulamada 580 kCal/kg)

σ =Buharlaşma katsayısı(Lewis sayısı,kg/ m²h)

$$\sigma = 25 + 19 \cdot v \quad [4] \quad (5)$$

Tablo 3:Havuz tipine göre σ değerleri

	Kapalı havuz	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz Korunmasız
v	0,6	1	2	4
σ	36	44	63	101

2.1.4 BESLEME SUYU ISI GEREKSİNİMİ (Q_e , kCal/m²h)

Buharlaştırma ile havuzdan eksilen suyun tamamlanması için eklenen suyun havuz sıcaklığına kadar ısıtılması gerekir. Bunun için gerekli ısı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_e = \sigma \cdot (m_{dh} - m_{nh}) \cdot C_p \cdot (t_h - t_b) \quad [4] \quad (6)$$

σ = Buharlaştırma katsayısı (Tablo 3'den alınabilir)

m_{dh} = Su yüzeyindeki doymuş havanın içinde bulundurduğu su miktarı (kg/kg kuru hava)

m_{nh} = Çevre sıcaklığı ve bağıl neminde havanın içinde bulundurduğu su miktarı (kg/kg kuru hava)

C_p = Su özgül ısısı (Su için $C_p = 1$ kCal/kg°C)

t_h = Havuz suyu sıcaklığı (°C)

t_b = Besleme suyu sıcaklığı (°C)

2.1.5 SIÇRAMA VE TAZELEME SUYU ISI GEREKSİNİMİ (Q_s , kCal/m²h)

Yüzme havuzlarında su buharlaşmasına ek olarak, su siçraması ve filtreleme sistemindeki yıkama, vb olaylar ile ek su kayıpları oluşur.

Tecrübelerle göre bu şekilde olan su kaybı miktarı 0,6 kg/m²h alınabilir [3]. Buna göre ısı gereksinimi yaklaşık olarak;

$$Q_s = 10 \text{ kCal/ m}^2\text{h kabul edilebilir. [3]}$$

2.2. ISI KAZANCI HESAPLARI

2.2.1 GÜNEŞ IŞINIMI İLE ISI KAZANCI (Q_g , kCal/m²h)

Dünya yüzeyine gelen güneş ışınımı miktarı

*tesisin bulunduğu konuma (enlem derecesi)

*tüm yıl boyunca değişen günlük ışınım şiddetine

*güneşlenme süresine (gün uzunluğu, bulutlanma)

gibi değişkenlere bağlıdır.

Açık yüzme havuzlarında $Q_g = 150$ kCal/ m²h olarak kullanılabilir. [5]

Kapalı havuzlarda ise ışınım kazancı söz konusu değildir.

2.2.2 SU YÜZEYİNDEN TAŞINIM İLE ISI KAZANCI (Q_k , kCal/m²h)

Açık havuzlarda ısıtma gerektiği dönemlerde çevre sıcaklığı havuz su sıcaklığından düşüktür. Bundan dolayı taşınım ile ısı kazancı oluşmaz. Bu, ortam ısıtması yapılmayan kapalı yüzme havuzları için de geçerlidir.

Ortam ısıtması yapılan kapalı yüzme havuzlarında ise ortam sıcaklığı havuz su sıcaklığından 2-3°C daha fazla olmalıdır. Buna göre $Q_k = 20$ kCal/m²h almak yeterlidir. [2]

3. TOPLAM ISI KAZANCI-KAYBI

Aşağıda Ege bölgesi sahil şartları için yapılmış olan örnek havuz ısıtma gereksinimi hesap sonuçları verilmiştir. Bu değerler sadece bilgi için olup, projelendirme amacı ile kullanılamaz. Hesaplar her havuzun özel çevre ve çalışma şartlarına göre yapılarak, projelendirilmelidir.

Tablo 4:Ege sahil bölgelerindeki havuzlar için genel ısıtma gereksinimi tablosu

		Kapalı havuz (ısıtılan)	Kapalı havuz (ısıtılmayan)	Açık havuz (korumalı)	Açık havuz (yarı korumalı)	Açık havuz (korumasız)
Isı kayıpları						
Taşınım	Q_t	-	10	63	108	198
Işınım	Q_i	-	-	90	90	90
Buharlaşıma	Q_b	200	240	290	420	670
Besleme	Q_e	7	7	10	13	21
Sıçrama-tazeleme	Q_s	10	10	10	10	10
Isı kayıpları toplamı		217	267	463	641	989
Isı kazançları						
Işınım	Q_g	-	-	150	150	150
Taşınım	Q_k	20	-	0	0	0
Isı kazançları toplamı		20	-	150	150	150
Toplam ısı gereksinimi	Q_c	197	267	313	491	839

Yukarıdaki tablonun hazırlanmasında aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır.

Havuz suyu sıcaklığı	28°C
Ortam hava şartları	10°C-%40 bağıl nem
Su yüzeyindeki hava sıcaklığı	20°C
Besleme suyu sıcaklığı	10°C

4. İLK ISITMA ISI GEREKSİNİMİ HESABI(Q_d , kCal/h)

Havuz suyunun ilk ısıtılması için gerekli ısı miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_d = A \cdot Q_m + 1000 \cdot V \cdot C_p \cdot (t_h - t_b) / h_d \quad (7)$$

A =Havuz yüzey alanı(m^2)

Q_m =Düvar ısı kaybı(20 kCal/ m^2h alınabilir) [3]

V =Havuz suyu hacmi(m^3)

C_p =Su özgül ısısı(Su için $C_p=1$ kCal/kg°C)

t_h =Havuz suyu sıcaklığı(°C)

t_b =Besleme suyu sıcaklığı(10°C alınabilir)

h_d =İlk ısıtma süresi(h)

İlk ısıtma süresi işletme şartlarına bağlı olarak 24-72 saat arasında alınabilir.Süre kısaltıldıkça ısıtma sistemi ve tesisatı büyüyeceği gözden kaçmamalıdır.

5. ÖRNEK ISI GEREKSİNİMİ HESABI VE ISI DEĞİŞTİRGEÇİ SEÇİMİ

Hesaplar aşağıda özellikleri verilen havuz için yapılacaktır.

Havuz tipi	Açık-korumasız
Havuz yüzey alanı	200 m^2
Havuz su hacmi	330 m^3
Su sıcaklığı	28°C
Besleme suyu sıcaklığı	10°C
İlk ısıtma süresi	48 h
Emniyet etkeni	%13
Isı enerjisi kaynağı	Kalorifer kazanı(75/55°C)

5.1. ISI GEREKSİNİMİ

a) Normal işletme ısı gereksinimi (Q_n , kCal/h)

$$Q_{\text{ç}} = 839 \text{ kCal/m}^2\text{h (TABLO 4)}$$

$$Q_n = 1.13 \cdot 200 \text{ m}^2 \cdot 839 \text{ kCal/m}^2\text{h}$$

$$Q_n = 189614 \text{ kCal/h}$$

b) İlk ısıtma ısı gereksinimi (Q_d , kCal/h)

İlk ısıtma hesaplarında emniyet etkeni kullanılması gerekmemektedir.

$$Q_d = 200 \text{ m}^2 \cdot 20 \text{ kCal/m}^2\text{h} + 1000 \cdot 330 \text{ m}^3 \cdot 1 \text{ kCal/kg}^\circ\text{C} \cdot (28^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) / 48$$

$$Q_d = 113830 \text{ kCal/h}$$

Normal işletme süresince oluşan ısı gereksinimi ilk ısıtmadan fazla olduğu için ısıtma sisteminin tasarımında $Q = 189614 \text{ kCal/h}$ kullanılacaktır.

5.2. ISI DEĞİŞTİRGEÇİ SEÇİMİ

Sistemde havuz suyunu ısıtmak için Plakalı Isı Değiştirgeci kullanılacaktır.

Değiştirgeç tipi ve büyüklüğünün seçilebilmesi için değiştirgecin tesisata bağlantı şekline ve aşağıdaki işletme bilgilerine gerek bulunmaktadır.

	Primer	Sekonder	
Akışkan	KAZAN SUYU	HAVUZ SUYU	
Kapasite	189614		KCal/h
Giriş Sıcaklığı	75	25	°C
Çıkış sıcaklığı	55	50	°C
Basınç düşümü(*)	2	2	mSS

(*)Değiştirgeçte oluşmasına izin verilen en fazla basınç düşümü her iki taraftaki pompalara göre belirlenecektir.

Bu esaslara göre seçilen Plakalı Isı Değiştirgeci teknik bilgileri ve resmi 5.2.1 de verilmiştir.

5.2.1 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRGEÇİ TEKNİK BİLGİ FORMU VE ÖLÇÜLENDİRME RESMİ [6]

DEĞİŞTİRGEÇ TİPİ:

XXXXXXXXXX

Isıl bilgiler

sıcak taraf

soğuk taraf

Ortam:

KAZAN SUYU

HAVUZ SUYU

Isıl kapasite:

189614

kCal/h

Akış debisi:

9.6

7.6

m³/h

Giriş sıcaklığı:

75.00

25.00

°C

Çıkış sıcaklığı:

55.00

50.00

°C

Basınç düşümü

1.32

0.78

mSS

Logaritmik sıcaklık farkı:

27.42

K

Değiştirgeç bilgileri

Toplam ısı geçiş alanı:

2.30

m²

Toplam plaka sayısı:

22

Plaka kalınlığı

0.00060

m

Yüzey fazlalık oranı:

7.95

%

Plaka malzemesi:

1.4401

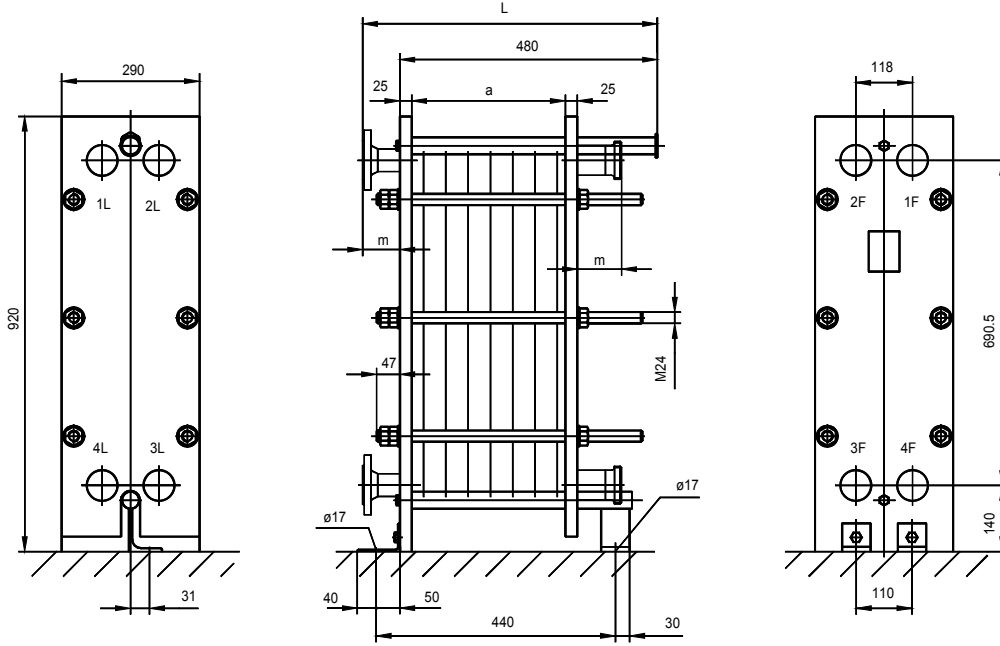
Conta malzemesi:

NBR

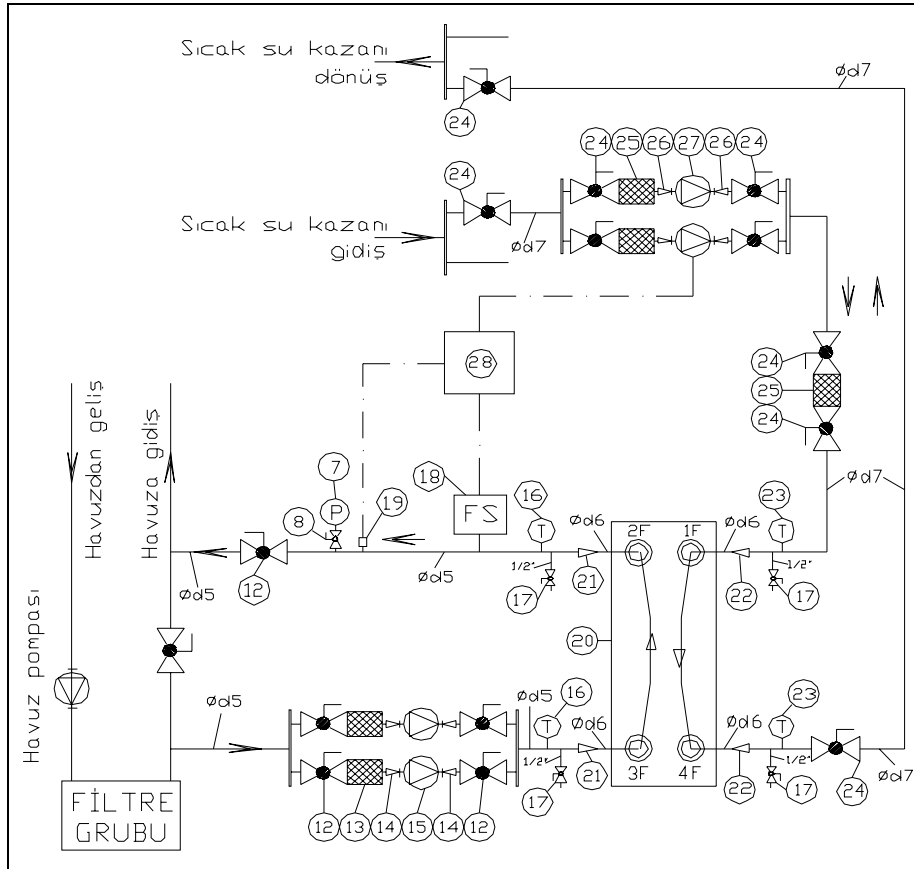
Tasarım sıcaklığı:

140.00

°C



5.2.2 ÖRNEK HESAP İÇİN HAVUZ SUYU ISITMA TESİSATI SİSTEM ŞEMASI [7]



TESİSAT BORU ÇAPLARI; $\text{Ød}_5=2''$ $\text{Ød}_6=2''$ $\text{Ød}_7=2\frac{1}{2}''$



MALZEME LİSTESİ;

NO	İSİM	ÖLÇÜ	AÇIKLAMA
7	Manometre	Ø100	5 Bar
8	Küresel vana	½"	
12	Küresel vana	2"	
13	Pislik tutucu	2"	
14	Redüksiyon	2">1 ½"	
15	Sirkülasyon pompası		8,8 m³/h;6 mSS
16	Termometre	Ø100	0-120 °C
17	Küresel vana	½"	
18	Akış anahtarı(flow switch)		
19	Sıcaklık hissedicisi		
20	Plakalı eşanjör	VT10/22 pl	188830 KCal/h
21	Redüksiyon	-	
22	Redüksiyon	2 ½">2"	
23	Termometre		0-120 °C
24	Küresel vana	2 ½"	
25	Pislik tutucu	2 ½"	
26	Redüksiyon	2 ½">2"	
27	Sirkülasyon pompası		11 m³/h;6 mSS
28	Pompa kontrol panosu	19≥T veya 18 ↓ ⊃ 27 dur	

SONUÇ

Havuz tipine ve tasarım şartlarına bağlı olarak ısı kayıpları dört katına yakın farklılık gösterebilmektedir. Bunun sonucu olarak da gerek ısıtma tesisatı yatırımı gerekse ısıtma işletme giderleri değişmektedir.

Havuz tesisatı tasarımı yapılmadan önce işletmecinin bu konuda bilgilendirilmesi ve alınacak önlemler ile yatırımın daha ekonomik hale getirilmesi mümkün olacaktır. Bu amaçla;

- 1) İlk ısıtma süresi gerçekçi olarak belirlenmeli ve koşullar izin verdiği kadar uzun tutulmalıdır.
- 2) Açık havuzlarda havuz yüzeyindeki hava hızını en aza indirebilmek için çevrede rüzgar kırıcı uygulaması yapılmalıdır.
- 3) Açık havuzlarda ilk ısıtma ve havuzun kullanılmadığı sürelerde, özellikle geceleri, su yüzeyi plastik örtü ile kaplanmalıdır.
- 4) Tüm ısıtma tesisatında ısı yalıtımı yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] TSE 11899, madde 7, çizelge 10
- [2] KAKAÇ, S., "Örneklerle Isı Transferi", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 1980
- [3] TMMOB, "Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Teknik Esasları-Yayın No:122"
- [4] HOLMAN, J.P., "Heat Transfer", Mc Graw-Hill, 1976
- [5] ÜNSAL, M., "Solar Tables", Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Gaziantep Kampusu, 1980
- [6] GEA ECOFLEX Plate Heat Exchangers, Thermal Technology Division
- [7] DOPA Ltd. Şti., "Tesisat teknik bilgi arşivi"



ÖZGEÇMİŞ

Cüneyt ÖZYAMAN

1954 İzmir doğumludur.1980 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir.1980-1991 yılları arasında Desa A.Ş.'nin mühendislik ve yönetim kadrolarında görev yapmıştır.1991-2001 yılları arasında kurucularından olduğu Doğal Isı Ltd.Şti.'nde şirket müdürü olarak teknik satış konularında çalışmalarını sürdürmüştür.2001 yılından beri,sahibi bulunduğu DOPA Ltd. Şti.'nde teknik malzeme temsilcilik ve satışı ile birlikte ısı konularında mühendislik hizmeti vermektedir.