

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 tasarımıda 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 kullanılan havuzların tüm yıl kullanımı sağlanmakta ve zaten inşai yatırımı yapılmış olan havuzun işletmeye ekonomik getirisi artırmaktadır. Ancak havuz suyunun ısıtılmasının da yatırım ve işletme maliyetleri bulunmaktadır. Bu maliyetlerin en aza indirilebilmesi ancak doğru tasarım ile olasıdır.

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.

2. ISI KAYBI VE KAZANCI HESAPLARI

Aşağıdaki tabloda yüzme havuz suyu için önerilen sıcaklık değerleri 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, kCal/m²h)

Açık havuzlarda ısı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_t = A_t (a_t (t_h - t_c)) \quad [2] \quad (1)$$

t_h = Havuz suyu sıcaklığı(°C)

t_c = Çevre hava sıcaklığı(°C)

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

$$a_t = 1,8 \cdot n + 1,65 \cdot n \quad [2]$$

(2)

n = su yüzeyindeki hava hızı(m/s)

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

	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz korunmasız
n	1	2	4
a_t	3,5	6,0	11,0

Kapalı yüzme havuzlarında ise, salon havuz su sıcaklığının genelleştirilmesi için havuz su sıcaklığının - dan 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 IŞINIM İLE ISI KAYBI (Q_i , kCal/m²h)

Açık havuzlarda ısı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

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

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

q = Sıcaklık çarpanı (Uygulamada 1 °C)

t_h = Havuz suyu sıcaklığı (°C)

t_c = Çevre hava sıcaklığı (°C)

Kapalı yüzme havuzlarında ise, ısıtım ile kaybolan ısı, salon duvar ve çatısından yansıtarak tekrar suya döner. Bundan dolayı hesaplamalarda dikkate alınmaz [3].

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

Isı kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

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

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

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

h_r = Havuz suyu sıcaklığında suyun buharlaşma ısı (uygulamada 580 kCal/kg)

s = Buharlaşma katsayısı (kg/ m²h)

$$s = 25 + 19 \cdot n \quad [4] \quad (5)$$

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

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

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

s = Buharlaşma 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 nemde havanın içinde bulundurduğu su miktarı (kg/kg kuru hava)

C_p = Su özgül ısı (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;

s_s = 10 kCal/ m²h 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

Tablo 3: Havuz tipine göres değerleri				
	Kapalı havuz	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz korunmasız
n	0,6	1	2	4
s	36	44	63	101

* tesisin bulunduğu konuma (enlem derecesi)

* tüm yıl boyunca değişen günlük ışıma şiddeti

* güneşlenme süresine

(gün uzunluğu, bulutlanma) gibi değişkenlerle bağlıdır.

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

Kapalı havuzlarda ise ışınlım kazancı sözkonusu 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 amacıyla kullanılamaz. Hesaplar her havuzun özel çevre ve çalışma şartlarına göre yapılarak,

projelendirilmelidir.

Aşağıdaki 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.

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

(7)

A= Havuz yüzey alanı (m²)

Q_m = Duvar ısı kaybı (20 kCal/m² alınabilir)

[3]

V= Havuz suyu hacmi (m³)

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

t_h = Havuz suyu sıcaklığı (°C)

t_p = Besleme suyu sıcaklığı (10°C alınabilir)

h_d

= İlk ısıtma süresi (h)

İlk ısıtma süresi işletme şartlarına bağlı

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 (kcal/m²h)						
Taşınım	Q_t	-	10	63	108	198
İşinim	Q_i	-	-	90	90	90
Buharlaştırma	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						
İşinim	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

olarak 24-72 saat arasında alınabilir. Süre-
saldıkça ısıtma sistemi ve tesisatı büyüyece-
ği gözden kaçmamalıdır.

5. ÖRNEK ISI GEREKSİNİMİ HESABI VE ISI DEĞİŞTİRGEÇİ SEÇİMİ

Hesaplar aşağıda özellikleri verilen ha-
vuz 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 kaza- nı(75/55°C)

5.1. ISI GEREKSİNİMİ

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

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

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

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

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 ge-
reksinimi ilk ısıtmadan fazla olduğu için ısıtma
sisteminin tasarımında $Q = 189614 \text{ kCal/h}$ kul-
lanılacaktır.

5.2. ISI DEĞİŞTİRGEÇİ SEÇİMİ

-Sistemde havuz suyunu ısıtmak için Pla-
kalı Isı Değiştirgeci kullanılacaktır.

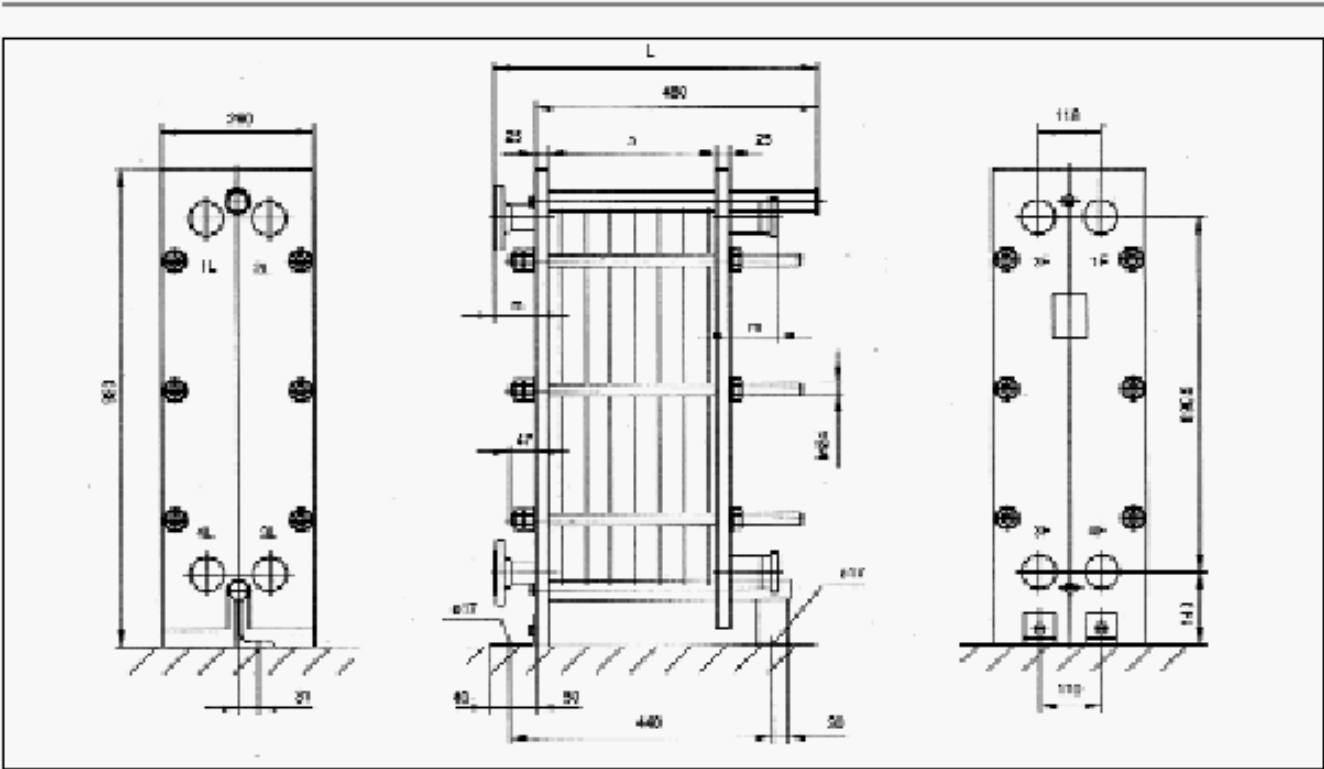
Değiştirgeç tipi ve büyüklüğünün seçile-
bilmesi için değiştirgecin tesisata bağlantı
şekline ve aşağıdaki işletme bilgilerine ge-
rek bulunmaktadır.

Primer Sekonder

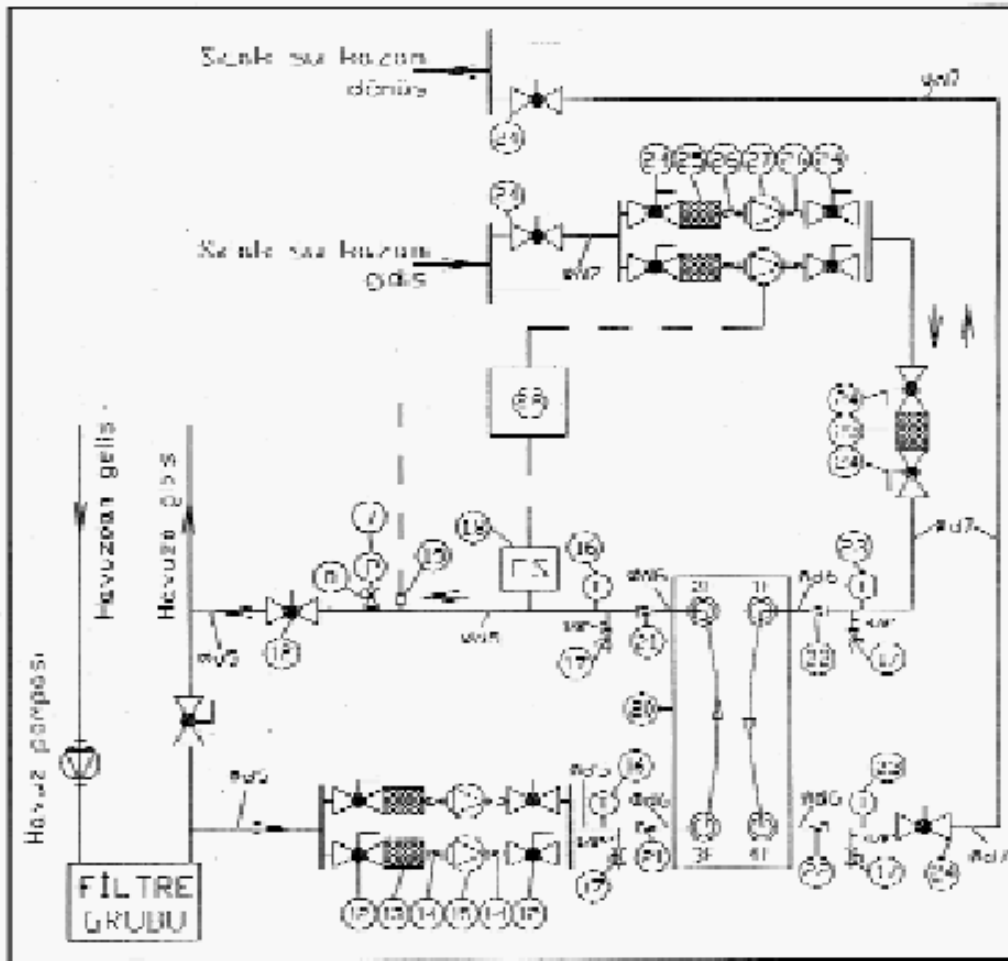
5.2.1 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRGEÇİ TEKNİK BİLGİ FORMU ve ÖLÇÜLENDİRME

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	m ³ /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	m ²	
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; $\varnothing_d=2''$ $\varnothing_d=2''$ $\varnothing_d=2\ 1/2''$

MALZEME LİSTESİ;			
NO	İSİM	ÖLÇÜ	AÇIKLAMA
7	Manometre	Ø100	5 Bar
8	Küresel vana	1/2"	
12	Küresel vana	2"	
13	Pislik tutucu	2"	
14	Redüksiyon	2">1 1/2"	
15	Sirkülasyon pompası		8,8 m ³ /h;6 mSS
16	Termometre	Ø100	0-120 °C
17	Küresel vana	1/2"	
18	Akış anahtarı(flow switch)		
19	Sıcaklık hissedicisi		
20	Plakalı eşanjör	VT10/22 pl	188830 KCal/h
21	Redüksiyon	-	
22	Redüksiyon	2 1/2">2"	
23	Termometre		0-120 °C
24	Küresel vana	2 1/2"	
25	Pislik tutucu	2 1/2"	
26	Redüksiyon	2 1/2">2"	
27	Sirkülasyon pompası		11 m ³ /h;6 mSS
28	Pompa kontrol panosu	19Ž T	

Akışkan	KAZAN	HAVUZ	
	SUYU	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.

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".