# Sıcak İklimlerde Yüzme Havuzu Suyunun Isı Pompası ile Soğutulması

**Hüseyin ÇALIKUŞU**
*Mak. Müh.*
*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*
*Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*
*Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*
*Isparta*
*calikusuhuseyin@hotmail.com*
*orcid: 0000-0002-5905-2134*

**Ahmet ÖZSOY**
*Doç. Dr.*
*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*
*Teknoloji Fakültesi*
*Makine Mühendisliği Bölümü*
*Isparta*
*ahmetozsoy@isparta.edu.tr*
*orcid: 0000-0003-0911-9799*

**ÖZ**

*Ülkemizdeki yüzme havuzlarının kullanım dönemleri dikkate alındığında, ilkbahar ve sonbahar aylarında ısıtma ihtiyacı oluşmakta, yazın ise ısıtmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Ancak sıcak iklim bölgelerinde yaz aylarında dış ortam sıcaklığı istenilen havuz suyu sıcaklığından çok daha yüksek olduğundan soğutmaya da ihtiyaç duyulmaktadır. Havuz suyunun soğutulması ile sıcak iklim bölgelerindeki açık yüzme havuzları tüm yıl boyunca kullanılabilecektir. Bu çalışmada sıcak iklim bölgelerindeki havuz suyunu istenilen sıcaklığa soğutmak için kullanılan ısı pompalarının farklı çalışma şartlarındaki performansları incelenmiştir. Belirli ölçüdeki bir havuzun istenilen su sıcaklığına getirilmesi için gerekli soğutma kapasitesi farklı iklim koşulları için belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Isı pompaları hava kaynaklı olarak seçilmiştir. Çalışmada her iklim bölgesi için ısı pompalarının çalışma süresi ve soğutma ihtiyacı belirlenmiştir. Yapılan analizde soğutulacak havuz için seçilen ısı pompasının performansının doğrudan hava koşullarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Hava sıcaklığının artması ile ısı pompasının EER değeri azalmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler**
*Yüzme Havuzu, Şok Havuzu, Havuz Suyu Soğutma, Isı Pompası, Soğutma Kapasitesi, EER, COP.*

# Cooling of Swimming Pool Water with a Heat Pump in Hot Climate

**ABSTRACT**

*Considering the periods of using the swimming pools in our country, there is a need for heating in the spring and autumn months, and there is no need for heating in the summer. However, in hot climate regions, when the outdoor temperature is much higher than the desired water temperature of the pool in summer cooling is also needed. By cooling the pool water, outdoor swimming pools in hot climate regions can be used all year round. In this study, the performances of heat pumps used to cool the pool water in hot climate regions to the desired temperature were investigated under different operating conditions. The cooling capacity required to bring the water temperature of a certain size pool to the desired level was determined and compared for different climatic conditions. Heat pumps are selected as air source. In the study, the operating time and cooling requirement of the heat pumps were determined for each climate zone. In the analysis, it was seen that the performance of the heat pump selected for the pool to be cooled varies directly depending on the weather conditions. As the air temperature increases, the EER value of the heat pump decreases.*

**Keywords**
*Swimming Pool, Shock Pool, Pool Water Cooling, Heat Pump, Cooling Capacity, EER, COP.*

Geliş Tarihi : 04.11.2021
Kabul Tarihi : 03.01.2022

Çalıkuşu, H., Özsoy A., Sıcak İklimlerde Yüzme Havuzu Suyunun Isı Pompası ile Soğutulması, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 188, sf. 7-13, Ocak-Şubat 2022

## 1. GİRİŞ

Günümüzde kişi başına düşen gelirin yükselmesi, yaşam ve eğlence alanlarından istenen konfor şartlarının da artmasına neden olmaktadır. Önceki yıllarda tatil, gelir seviyesi daha yüksek olanların faydalandığı bir etkinlik olup, şimdilerde orta gelir seviyelerindeki kişilerin de ulaşabileceği bir eğlence hatta bir ihtiyaç haline gelmiştir. Çoğunlukla otellerde kullanılan yüzme havuzlarının bulundukları ortamların iklimsel durumlarına göre şartlandırılmaları gerekir. Bu şartlandırma ortamın ısıtılması, suyun ısıtılması veya soğutulması, ortamdaki nemin alınması gibi konuları kapsar. Yüzme havuzları ile ilgili ulusal literatürde projelendirme, enerji yönetimi, ortam neminin kontrolü ve iklimlendirilmesi, hijyen ve filtrasyon, termoekonomik analizi gibi çalışma [1-9] ve uluslararası literatürde de benzer konularda çok sayıda çalışma bulunmaktadır [10-18].

Yüzme havuzlarının ısıtılmasında konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanılmasının yanında güneş kollektörü, ısı pompası, jeotermal enerji gibi farklı teknolojiler de kullanılır. Havuzların ısıtılması hangi yöntemle sağlanırsa sağlansın, havuz suyunun daima istenilen sıcaklıkta olması için ısıtılan havuzlarda ısı kayıplarının karşılanması gerekir. Bu kayıplar; havuz yüzeyinden buharlaşma ile olan ısı kaybı, su ve ortam havasının hareketinden kaynaklanan taşınımla ısı kaybı, üst yüzey ile ortam arasındaki uzun dalgalı radyasyon yoluyla gerçekleşen ışınımla ısı kaybı, havuz ile çevresindeki toprak/beton arasında iletimle ısı kaybı ve havuz suyunun buharlaşması ve tahliyesi ile olan su eksilmesini karşılanmasında kullanılan takviye suyun ısıtılması için gerekli olan ısı kaybından oluşur. Birçok çalışma iletimle olan ısı kaybının ihmal edilecek kadar küçük olduğunu göstermiştir. Isı kazançları olarak güneşten alınan enerji kapalı havuzlarda yapı bileşenleri tarafından emilip ortam sıcaklığını etkiler. Açık havuzlarda güneşten gelen enerji havuz tarafından doğrudan emilebilir [10].

Isıtılan kapalı yüzme havuzlarından su buharlaşmasının incelendiği çalışmada [11], toplam ısı yükünün %42'si havalandırma, %30'u buharlaşma ve %28'inin de toplam ısı kayıplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Yarı olimpik kapalı yüzme havuzları ile ilgili çalışmada [12] ısı kayıplarının %38'i su takviyesinden, %60'ı buharlaşma ve %2'si konveksiyon kayıplarından kaynaklanmaktadır.

Güneş enerjisi destekli yarı olimpik yüzme havuzunun ısıtma sisteminin termoekonomik analizi çalışmasında, yüzme havuzundaki ısı kayıpları %53 buharlaşma, %23 su takviyesi, %20 ışınımla ve %4 iletimle meydana gelmiştir [9]. Türkiye'de 3 farklı bölgedeki yarı olimpik kapalı yüzme havuz suyunun güneş enerjisi ile ısıtılmasının fizibilitesini analiz etmiş, enerji tasarrufunu iklim koşulları ile bağlantılı olarak Antalya için %89,8, Ankara için %86,2 ve Erzurum için %67,3 sağladığı [13] görülmüştür.

Açık yüzme havuzlarındaki ısı yükleri %64 buharlaşma, %20 ışınım ve %16 oranında da taşınımla meydana gelmektedir [14]. Brezilya şartlarında açık yüzme havuzu ısıtması için güneş enerjisi destekli ısı pompalarının kullanılmasında %48'e kadar enerji tüketiminin azaltılabileceği hesaplanmış, havuzdaki ısı kayıplarının %57 buharlaşma, %24 taşınımla, %18 ışınımla ve %1 oranında da su takviyesi ile oluşacağı belirlenmiştir [15].

Güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemi ile kapalı yüzme havuz suyunun ısıtılmasında sistem COP'sinin 4,5'e ulaşabileceği, geleneksel enerji sistemine kıyasla enerji tasarrufunun %79 olduğu ve sistemin ekonomik geri ödeme süresi de 5 yıldan az olarak hesaplanmıştır [16]. Havadan suya ısı pompası ile yüzme havuzu suyunun ısıtılmasında ısı pompasının COP değeri 4,87 olarak elde edilmiştir [17].

Gaziantep şartlarında, bir havuzun ısıtılması için düzlemsel güneş kollektörleri ile toplanan enerjinin yeraltında ısıl enerji olarak depolanıp, ısı pompası ile havuz suyunun ısıtılmasında enerji ihtiyacının büyük bir kısmı (%86,18) güneş enerjisinden sağlanabilmektedir. Isı pompasının COP değeri depo hacmi ile orantılı olarak 4,8-7,7 arasında değişmektedir [18].

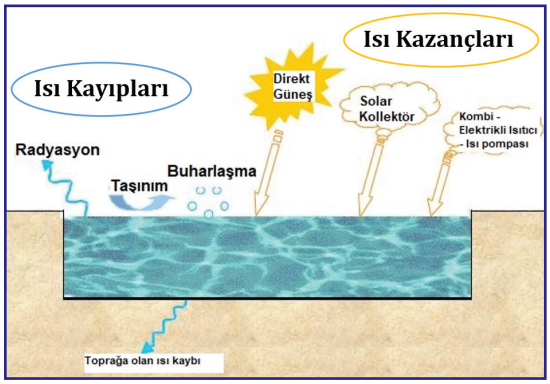
Sıcak iklimlerdeki yüzme havuzları yaz aylarında büyük miktarda güneş enerjisi kazanımına maruz kalır. Havuzların buharlaşma yoluyla soğumasını önleyen yüksek ortam nemi ile birleştiğinde, yüzme havuzu suyu dinamik olarak soğutulmadıkça rahatsız edici derecede ısınır. Yüzme havuzlarının kullanımının yaygınlaşması ve tatil turizminin sıcak iklim bölgelerinde daha yoğun gerçekleşmesi, bu havuzların konfor şartlarında kullanılabilmesi için soğutulması (serinletilmesi) ihtiyacını doğurmuştur. Turizm sektöründe otellerin kalite göstergesi olan yıldız sayısı arttıkça sunulan hizmetlerde

ve konforda talepler de yükselmektedir. Dolayısıyla dış ortam sıcaklıklarının yüksek olduğu yerlerdeki tesislerde yüzme havuzlarının soğutulması da bir ihtiyaç haline gelmektedir.

Yüzme havuzlarının ısıtılması konusunda çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, havuz suyunun soğutulması (serinletilmesi) ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Havuzların soğutulmasındaki ilk ve en önemli amaç konfor şartlarının yükseltilmesi, ikincisi ise havuzun kullanım süresinin uzatılmasıdır. Böylece sadece sıcak iklim bölgelerindeki açık yüzme havuzlarının kısmen serin aylarda konforlu olarak kullanılması yerine tüm yıl boyunca kullanımı sağlanmakta ve zaten inşaat yatırımı yapılmış olan havuzun işletmeye ekonomik getirisi artırılmaktadır. Ancak havuz suyunun soğutulmasının da bir yatırım ve işletme maliyetinin olacağı açıktır.

## 2. AÇIK YÜZME HAVUZLARINDA SOĞUTMA GEREKSİNİMİ

Şekil 1'de açık bir yüzme havuzundaki ısı kayıp ve kazançları şematik olarak verilmiştir.




*Şekil 1. Açık yüzme havuzlarında ısı kayıp ve kazançları*

Havuz ister açık ister kapalı olsun, iklim şartlarına göre havuzun ısıtılması gerekeceği gibi soğutulması da gerekebilir. Isı pompaları her iki amaca da yönelik üretildiğinden hem ısıtma hem de soğutma proseslerinde tercih edilmektedir.

Yüzme havuzları bulundukları yere göre açık veya kapalı, büyüklüklerine göre olimpik, yarı olimpik, otel veya özel havuzlar, kullanma amacına göre eğlence, sportif, sağlık veya terapi (tedavi) havuzları gibi farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Havuzlarda istenilen su sıcaklıkları kullanma amacına göre Tablo 1'de verilmiştir [19-20].

**Tablo 1. Önerilen Havuz Suyu Sıcaklıkları**

| Havuz tipi | Su sıcaklığı (°C) |
|---|---|
| Halka açık havuzlar | 26-28 |
| Spor havuzları | 22-24 |
| Çocuk havuzları | 26-32 |
| Terapi havuzları | 35-37 |
| Masaj havuzları | 32-38 |
| Soğuk su (şok) havuzları | 15 |

Havuzlarda soğutma gücünün belirlenmesi için ısı kayıp ve kazançlarının bilinmesi gerekir. Soğutma gereksinimi belirlenirken ısı kazançlarını karşılayacak şekilde soğutma kapasitesi seçilmelidir [21].

Soğutulan (serinletilen) havuzların soğutma gereksinimi belirlenirken kayıplardan çok kazançlar dikkate alınır. Çünkü soğutulması düşünülen havuzun ısı kayıpları kapasiteye olumlu etki yapacağından kazançları yenecek şekilde hesaplama yapılmalıdır. Soğutma gereksinimine göre seçimi yapılan ısı pompası, havuz suyunu istenilen sıcaklığa kadar soğuttuktan sonra ısı kazançlarını karşılamak için zaman zaman devreye girerek havuzu rejimde tutar. Hesaplar her havuzun özel çevre ve çalışma şartlarına göre yapılarak projelendirilir. Havuz ilk dolum anında şebeke suyu sıcaklığı ile havuz istenen sıcaklığı eşit ise, ilk soğutma ihtiyacı ihmal edilir. Buna karşılık sıcak iklim bölgelerinde havuzun ısı kazançları ısı kayıplarından çok daha fazla olduğundan, gerekli soğutma gücü hesaplanır [22].

## 3. ÇALIŞMA PARAMETRELERİ

Tablo 2'de büyüklük ve özellikleri verilen havuzlar, dış ortam sıcaklığı 32-38 ºC arasında değişen farklı iklim koşullarındaki şehirler (Abudabi, Dubai, Kahire ve Yeni Gine) için incelenmiştir. Tüm havuzlardaki su sıcaklığının 28 ºC olarak kullanımda olacağı kabul edilmiştir.

**Tablo 2. Soğutulan Yüzme Havuzlarının Büyüklüğü**

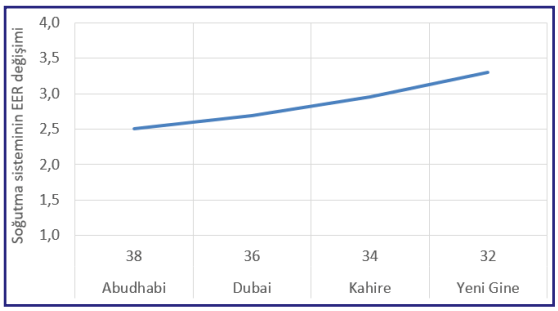
| | |
|---|---|
| Havuz yüzey alanı ($m^2$) | 52 |
| Havuz su hacmi ($m^3$) | 80 |
| İstenen su sıcaklığı (°C) | 28 |
| Besleme suyu sıcaklığı (°C) | 28 |

Çalışılan farklı iklim bölgelerindeki şehirler için dış ortam sıcaklıkları, ortalama bağıl nem ve farklı yüzme havuzları için de rüzgar hızlarının değişimleri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3. Çalışmada Değişen Parametreler**

| | |
|---|---|
| Ortam sıcaklığı (°C) | Abudabi: 38<br>Dubai: 36<br>Kahire: 34<br>Yeni Gine: 32 |
| Bağıl nem (%) | Abudabi: 60<br>Dubai: 60<br>Kahire: 55<br>Yeni Gine: 70 |
| Havuz ortamı rüzgar hızı (m/s) | Açık-Korumasız: 4<br>Açık-Yarı korumalı: 2<br>Açık-Korumalı: 1<br>Kapalı: 0,6 |

Isı pompaları ticari piyasada ısıtma kapasitelerine göre nitelendirilir. Isı pompalarının soğutma kapasiteleri ise EER veya COP değerleri üzerinden tanımlanır. Tablo 2'de verilen özelliklerdeki yüzme havuzu suyunun soğutulması için ticari piyasada bulunan, 20 ºC dış hava sıcaklığı ve 55 ºC su çıkış sıcaklığında COP'si 4,35 olan 46 kW ısıtma kapasiteli hava kaynaklı ısı pompası seçilmiştir. Isı pompasının 38 ºC dış hava sıcaklığı ve 18 ºC su çıkış sıcaklığında EER değeri 2,50 olarak verilmiştir. Seçilen bu ısı pompasının katalog verilerinden yararlanılarak, cihazın EER değişimi Şekil 2'de verilmiştir.




*Şekil 2. Isı pompasının EER değişimi*

Şekil 2'de görüldüğü gibi dış hava sıcaklığının azalması ile EER değeri artmaktadır. Bu değişim 38 °C dış ortam sıcaklığında EER 2,5'den, 32 °C dış ortam sıcaklığında 3,3 değerine kadar yükselmektedir.

## 4. BULGULAR

Hava ve şebeke suyu sıcaklıkları, istenen havuz sıcaklığından büyük veya eşit olduğundan buharlaşma ile olan ısı kayıpları dışındaki kayıplar ihmal edilmiştir. Şebeke suyu sıcaklığı havuz sıcaklığına eşit olduğunda ilk soğutma gereksinimi de olmayacaktır. Tablo 4'de çalışmada incelenen farklı iklim özelliğine sahip şehirler için havuz suyunun soğutulması için kullanılacak ısı pompası özellikleri ve gerekli cihaz sayıları ile cihaz çalışma süreleri verilmiştir.

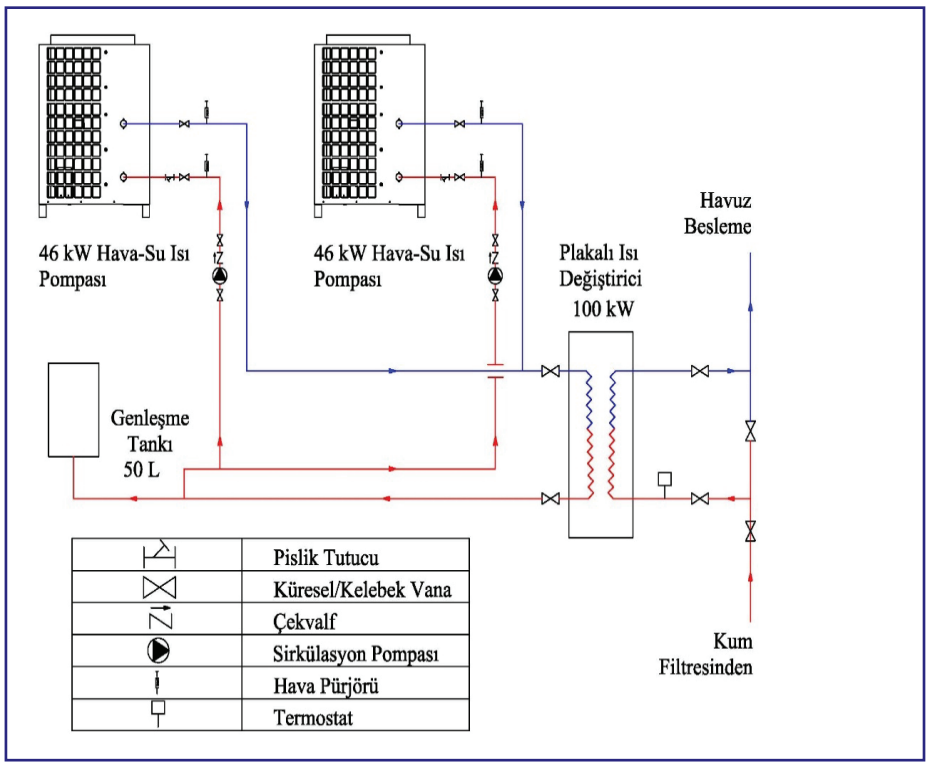
Tablo 4'e göre dış ortam sıcaklığı 38 °C olan Abudabi için toplam 896 kWh'lik soğutma gereksinimini karşılamak için soğutma gücü 46 kW olan 2 adet hava kaynaklı ısı pompası, 24 saat çalışarak havuz suyunu rejime getirmektedir. En zor şartlarda bulunan Abudabi için belirlenen cihaz kapasitesi ve sayısı sabit tutularak diğer üç şehirdeki ısı pompalarının çalışma süreleri ve cihaz başına ilk soğutma gereksinimi ile dış ortam sıcaklığına göre EER değerleri de hesaplanarak aynı tabloda verilmiştir.

Abudabi şartları için ısı pompalarının soğutma kapasitesi dikkate alınarak ısı değiştirici kapasitesi seçilmiştir. Seçilen ısı değiştirici, sistemin kapalı devre (18-23 °C, 28-23 °C) olması ve ısı pompasının içinden havuz suyunun doğrudan geçirilmek istenmemesi nedeniyle AISI 316L kalite paslanmaz plakalı tip olarak belirlenmiştir. Şekil 3'te yüzme havuzu suyunun soğutulması için kullanılan ısı pompası sisteminin bağlantı şeması verilmiştir.

Seçilen hava kaynaklı ısı pompasının Abudabi için Tablo 4'te verilen EER değeri referans alınarak belirlenen soğutma kapasitesi 26,75 kW'tır. Tercih edilen cihazda Scroll tip kompresör ve R407C soğutucu akışkan kullanılmakta olup, ısı pompasının toplam basınç kaybı 55 kPa'dır. Sistemin basınç düşümlerini karşılamak için kullanılan frekans konvertörlü ıslak rotorlu sirkülasyon pompalarının çalışma şartı 8 mSS, 6,5 $m^3/h$ olarak belirlenmiş ve havuz suyunun cihazlara zarar vermesini önlemek için maksimum 25 kPa basınç kaybına izin verilen 100 kW gücünde paslanmaz çelik plakalı ısı değiştiricisi kullanılmıştır. İkincil devrede havuz suyu, havuz filtrasyon pompaları yardımıyla sirküle edilmektedir. Isı değiştirici bağlantısı kum filtresinden sonra olmalı ve kimyasal dozajlama ısı değiştiriciden sonra yapılmalıdır.

**Tablo 4. Soğutma Gereksinimine Göre Belirlenen Cihaz Özellikleri**

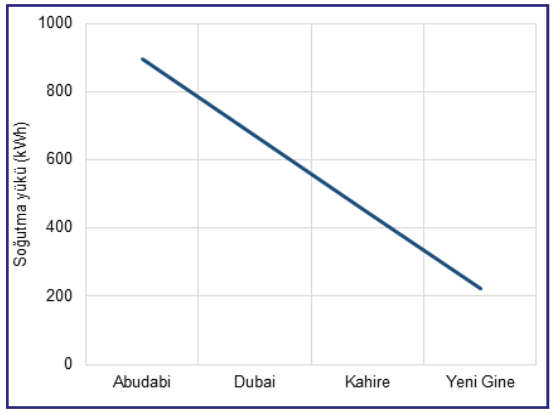
| | Abudabi | Dubai | Kahire | Yeni Gine |
|---|---|---|---|---|
| İlk soğutma gereksinimi (kWh) | 1120 | 896 | 672 | 448 |
| Her cihazın ısıtma kapasitesi (kW) | 46 | 46 | 46 | 46 |
| EER | 2,50 | 2,69 | 2,96 | 3,30 |
| Cihaz başına gerekli güç (kW) | 15,4 | 14,3 | 13,0 | 11,7 |
| Gerekli cihaz sayısı (ad) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cihaz başına çalışma süresi (h) | 24 | 20 | 14 | 8 |




*Şekil 3. Isı pompası çalışma şeması*

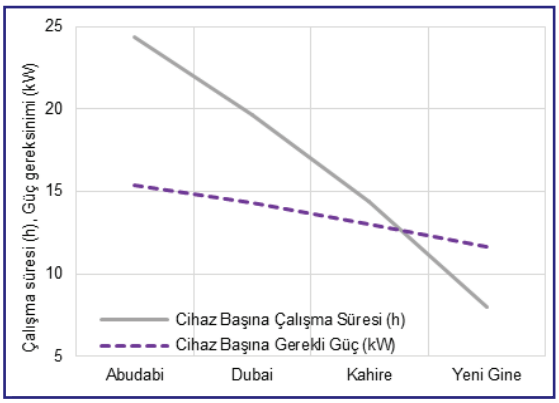
Referans olarak alınan farklı dış ortam sıcaklıklarına sahip seçilen şehirlerde, açık ve yarı korumalı havuz için, havuz sıcaklığının hava sıcaklığına ulaştığı andan itibaren istenilen sıcaklığa (28 °C) getirilmesi için gerekli olan soğutma gereksinimleri Şekil 4'te verilmiştir.

Aynı büyüklükteki yüzme havuzları için havuz suyunun 28 °C olarak istendiği, 38 °C dış ortam sıcaklığı olan Abudabi'de havuzun istenilen sıcaklığa getirilmesi için 896 kWh soğutma gereksinimine ihtiyaç duyulurken, dış ortam sıcaklığı 32 °C olan Yeni Gine için bu ihtiyaç 224 kWh olarak bulunmuştur. Şekilde görüldüğü gibi, dış ortam sıcaklığı ile soğutma gereksinimi doğru orantılı olarak değişmekte olup, dış ortam sıcaklığı azaldıkça soğutma ihtiyacı da azalmaktadır.

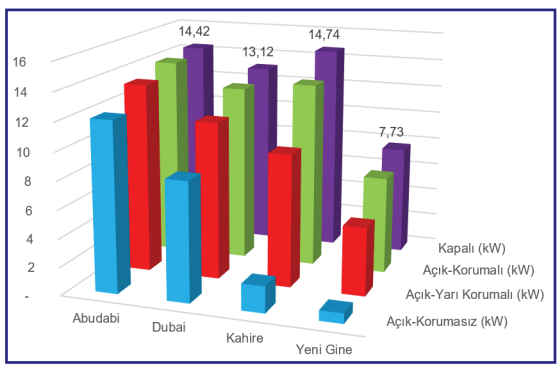



*Şekil 4. Yüzme havuzu soğutma gereksinimi*

Farklı iklim koşullarında, aynı büyüklük ve çalışma şartlarındaki yüzme havuzları için gerekli güç ile ısı pompalarının çalışma sürelerinin değişimi Şekil 5'de görülmektedir. Şekilde verilen değerler havuz suyunun hava sıcaklığına ulaştığı durum için geçerlidir. Karşılaştırma amacıyla ısı pompaları aynı büyüklükte seçildiğinden, dış ortam sıcaklığı azaldıkça, ısı pompalarının çalışma süreleri de azalmaktadır. Örneğin çalışma süresi Abudabi için 24 saat, Yeni Gine için 8 saat olarak bulunmuştur. Gerekli güç tüketimi Abudabi için 15,40 kW, Yeni Gine için de 11,65 kW olarak hesaplanmıştır.




*Şekil 5. Şehirlere göre ısı pompasının çalışma süresi ve cihaz başına güç gereksinimi*




*Şekil 6. Şehirlere ve havuz tipine göre sürekli rejim soğutma gereksinimi*

Şekil 6'da aynı büyüklük ve su sıcaklığında, farklı iklim koşullarındaki yüzme havuzlarının kapalı, açık-korumalı, açık-yarı korumalı ve açık-korumasız olması durumları karşılaştırılmıştır. Şekilde farklı durumlar için verilen değerler, havuzların çalışma rejimine devam etmesi (ısı kazançlarının karşılanması) için gerekli olan soğutma güç gereksinimleridir. Sıcaklıkla soğutma ihtiyacı azalmakla birlikte, Kahire için soğutma ihtiyacının artmasına ortam neminin yüksek olması neden olmaktadır. Havuz ortamındaki rüzgar hızının açık-korumasız havuzlarda yüksek, kapalı havuzlarda da düşük olmasının soğutma kapasitesine etkisi de aynı şekilden görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, ısı kayıpları havuz tipine bağlı olarak değişkenlik gösterse de ısı kazançları daha az değişkenlik gösterdiğinden, havuz tipinden bağımsız olarak soğutma gereksinimleri belirlenmiştir. Havuz rejime ulaşana kadar ısı pompaları sürekli çalışmaktadır. Isı kazançlarının devamlılığı halinde sürekli rejim bozulacağından havuz tipine bağlı olarak ısı pompaları, sürekli rejim soğutma gereksinimlerini karşılamak için zaman zaman devreye girecektir. Bunun yanı sıra aynı tasarım şartında oluşturulmuş farklı dış hava sıcaklıklarındaki havuzlar için soğutma gereksinimi, hava sıcaklığı ve havuz sıcaklığı arasındaki farkın artması ile artmaktadır.

Hava kaynaklı ısı pompası ile soğutulan yarı korumalı açık havuz için; hava sıcaklığı arttıkça soğutma gereksinimleri artmakta, cihaz EER değerlerinin azaldığı ve buna bağlı olarak cihaz kapasitesi sabit olduğundan çalışma süreleri de artacaktır. Soğutma tesisatı yatırımı ve işletme giderleri, seçilen ısı pompasının hava kaynaklı olması nedeniyle doğrudan dış ortam hava sıcaklığına bağlıdır.

İşletme giderlerinin azaltılması için açık yüzme havuzlarına gölgelik yapılması güneş enerjisi kazançlarını azaltması nedeniyle faydalı olacaktır. Su animasyon uygulamaları ile dış ortamdan alınan ısı enerjisinin ve buharlaşma ile olan su kaybının da artacağı dikkate alınmalıdır.

## KAYNAKLAR

[1] Söğüt, M.Z., Özcan, M., Karakoç, T.H., "Kapalı Yüzme Havuzlarında Enerji Yönetimi", Tesisat Mühendisliği, 157, 35-45, 2017.

[2] Arıcı, M., Seçilmiş, M., "Kapalı Yüzme Havuzlarının Nem Kontrolü ve Ekonomik Olarak İklimlendirilmesi", Tesisat Mühendisliği, 98, 7-18. 2007.

[3] Doğan, V., İlhan, C.D., "Kapalı Yüzme Havuzlarının Klima Dizaynı", Tesisat Mühendisliği, 160, 55-64. 2017.

[4] Uludağ, Ü., "Yüzme Havuzlarında Hijyen ve Filtrasyon", IX. Tesisat Mühendisliği Kongre-

si, Bildiriler kitabı, 381-392, 2009.

[5] Öztürk, E., Güngör, A., "Thermodynamics and Psychometric Analysis of Indoor Swimming Pool Dehumidification Units", Muğla Journal of Science and Technology, 2, 1, 77-82, 2016.

[6] Keleşoğlu, B., Atayılmaz, Ş.Ö., Dalkılıç, S., "Kapalı Yüzme Havuzlarında Iklimlendirme", Tesisat Mühendisliği, 104, 64-66, 2009.

[7] Doğan, B., Yalçınkaya, C., Balcı, M. G., "Kırıkkale İlinde Bulunan Olimpik Yüzme Havuzunda Su Isıtma İçin Toprak Kaynaklı Isı Pompası Kullanımı", Mühendis ve Makina, 57, 681, 38-48. 2016.

[8] Dinler, N., Arı, Ü., Yücel, N., "Yüzme Havuz Tesisatının Bilgisayar Destekli Tasarımı", Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25, 2, 225-233, 2010.

[9] Yelkovan, M.E., "Güneş Enerjisi Destekli Yarı Olimpik Yüzme Havuzunun Isıtma Sisteminin Termo-Ekonomik Analizi", Balıkesir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 2016.

[10] Li, Y., Nord, N., Huang, G., Li, X., "Swimming Pool Heating Technology: A State-of-the-Art Review", Building Simulation, 14, 421-440, 2021.

[11] Asdrubali, F., "A Scale Model to Evaluate Water Evaporation from Indoor Swimming Pools", Energy and Buildings, 41, 311-319, 2009.

[12] Zuccari, F., Santiangeli, A., Orecchini, F., "Energy Analysis of Swimming Pools for Sports Activities: Cost Effective Solutions for Efficiency Improvement", Energy Procedia, 126, 123–130, 2017.

[13] Martin, K. "Environmental and Financial Analysis of Solar Swimming Pool Heating System for 3 Different Regions of Turkey Using RETScreen Clean Energy Management Software", Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 9, 3, 505-515, 2021.

[14] Lovell, D., Rickerby, T., Vandereydt, B., Do, L., Wang, X., Srinivasan, K., Chua, H.T., "Thermal Performance Prediction of Outdoor Swimming Pools", Building and Environment, 160, 2019.

[15] Starke, A.R., Cardemil, J.M., Escobar, R., Colle, S., "Thermal Analysis of Solar-Assisted Heat Pumps for Swimming Pool Heating", J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng., 39, 2289-2306, 2017.

[16] Chow, T.T., Bai, Y., Fong, K.F. Lin, Z. "Analysis of a Solar Assisted Heat Pump System for Indoor Swimming Pool Water and Space Heating", Applied Energy, 100, 309-317, 2012.

[17] Lau, M.J., Zanil, M.F., Choong, S.Y., Tan, J., "Modelling and Optimization of the Heat Pump System for the Usage of Swimming Pool", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 778, 012097, 2020.

[18] Ilgaz, R., Yumrutaş, R., "Heating Performance of Swimming Pool Incorporated Solar Assisted Heat Pump and Underground Thermal Energy Storage Tank: A Case Study", International Journal of Energy research, https://doi.org/10.1002/er.7221, 1-24, 2021.

[19] Bölükbaşıoğlu, S., Bölükbaşıoğlu, A.S., "Yüzme Havuzlarının Mekanik Tesisatı İçin Proje Hazırlama Esasları", TTMD, Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki, 14, 1-11, 2005.

[20] TS EN 15288-1, "Halka Açık Yüzme Havuzları, Bölüm 1: Tasarım İçin Güvenlik Kuralları", 2019.

[21] Özyaman, C., "Isıtılan Yüzme Havuzlarında Isıtma Yükü Hesabı ve Isıtıcı Seçimi", VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 1-8, 2009.

[22] Konerji Mühendislik Ltd. Şti., "Isı Pompası ile Havuz Suyu Soğutma", http://www.isipompasi.net/havuz_suyu_sogutma.asp Son erişim: 21.02.2021.