

KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA ORTAM NEMİNİN AZALTIMASI VE ISI GERİ KAZANIMININ İNCELENMESİ

Mehmet ÇOBAN
Hasan KÜÇÜK
Mehmet GÜNDÜZ

ÖZET

Kapalı yüzme havuzlarında, özellikle halkın yararlanmasına yönelik veya sportif amaçla yapılan büyük hacimli, ölçüleri olimpik havuz ölçülerinde veya buna yakın olan havuzlarda, yaklaşık 4.000 ton su vardır ve havuz yüzeyinden sürekli olarak büyük miktarda su buharlaşmaktadır. Sportif amaçlarla ve halkın yararlanmasına açık olarak kullanılan olimpik kapalı yüzme havuzlarında yaklaşık 4.000 ton su bulunmaktadır ve 1250 m² havuz yüzeyinden sürekli olarak büyük miktarlarda su buharlaşmaktadır. Bu nedenle kapalı havuz ortamında havadaki nem miktarı istenilmeyen değerlere yükselmektedir. Havadaki nem oranına bağlı olarak da kapalı yüzme havuzu binasının iç yüzeylerinde ve pencerelerde yoğuşma görülür. Yapı bileşenleri rutubet ve nem dolayısıyla zarar görerek kısa sürede kullanılmaz hale gelir. Ayrıca, ortam havasındaki yüksek nem oranı, insanların sağlığını olumsuz etkilemekte, kan dolaşımının azalması, tansiyon, gibi rahatsızlıklara yol açmakta ve sporcuların performanslarının düşmesine sebep olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklarına rağmen buharlaşmayı önlemek mümkün değildir. Ancak havuz ve hava sıcaklıkları doğru seçilerek buharlaşma, olabilecek en düşük seviyeye düşürülebilir. Uygun kapasitede yüksek verimli bir nem alma sistemi ile birlikte yapı elemanlarının doğru seçimi de yapı bileşenlerinin uğrayacağı zararı en asgari düzeye indirecektir. Havuzun ticari bakımdan daha ekonomik işletilebilmesi için, enerji tasarrufuna yönelik düzenlemelerin yapılması da çok önemlidir. Havuzdan buharlaşan suyun taşıdığı ısının geri kazanılması yoluyla büyük miktarlarda enerji tasarrufu yapılabilir. Bir diğer tasarruf yolu da, dışarıya atılan egzoz havasından ısının geri kazanılmasıdır. Bu çalışmada, kapalı yüzme havuzlarında enerjinin geri kazanılması için kullanılacak yöntemler Adapazarı kapalı yüzme havuzu örneğinde incelenmiştir.

1.GİRİŞ

Yüzme havuzları diğer spor tesislerinden daha geniş kapsamda boş zamanları değerlendirmeye ve dinlenmeye yardımcı olurlar [1]. Bir yörenin yüzme havuzları ile donatılmasında yüzme havuzunun türü, büyüklüğü, optimum bir su yüzeyi genişliği ile havuzlardan faydalanacak yerleşik nüfus, okul ve sporcu sayısı veya havuzdan faydalanacak toplam insan sayısı arasında denge sağlanması planlama kapsamında olmalıdır.

Yüzme havuzlarından yararlanma derecesi ve havuzların ekonomik olarak işletilmesi genel olarak:

- Yatırımın yapılacağı bölgedeki insan sayısına,
- Yerleşim alanlarının, okulların, spor kulüplerinin yatırımın yapıldığı alana uzaklığına,
- Bölgedeki insanların boş zamanını değerlendirme ve dinlenme anlayışına,
- Yüzme havuzlarının çeşidi, büyüklüğü, kullanıcı sayısı ve buna bağlı olarak işletme ve bakım giderlerine bağlıdır.

Açık yüzme havuzları, ısıtılarak, yararlanma süresi uzatılabilir. Fakat mevsim olarak soğuk ve yüzme sporu için olumsuz günler de gelecektir. İnsanların yüzme sporunu kesintisiz yapma istekleri, açık havuzların kapalıya dönüştürülmesine neden olmuştur. Kapalı yüzme havuzlarında kullanılan klima tekniğinde, nem alma veya nem giderme işlevi ön plana çıkmaktadır [2]. Bu çalışmada nem alma yöntemleri üzerinde durulacaktır.

2. KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA KLİMA TEKNİĞİ

Kapalı yüzme havuzlarında, özellikle halkın yararlanmasına yönelik veya sportif amaçla yapılan büyük hacimli, ölçüleri olimpik havuz ölçülerinde veya buna yakın olan havuzlarda, yaklaşık 4.000 ton su vardır ve 1.250 m² civarındaki geniş havuz yüzeyinden sürekli olarak büyük miktarda su buharlaşmaktadır. Buharlaşan nem şayet kapalı havuz ortamından uzaklaştırılmaz ise havadaki nem miktarı istenilmeyen değerlere yükselmektedir. Havadaki nem oranındaki artışa bağlı olmak üzere, kapalı yüzme havuzunun nispeten soğuk bina iç yüzeylerinde, pencere ve duvarlarda, yoğuşma ve terleme olmaktadır. Bu yüzden yapı bileşenleri, rutubet ve nem dolayısıyla zarar görmekte, kısa sürede kullanılmaz hale gelmektedir. Ayrıca, yüksek nem oranı, insanların sağlığını da olumsuz etkilemekte, kan dolaşımının azalması, tansiyon, gibi rahatsızlara yol açmakta ve sporcuların performanslarının düşmesine sebep olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklara rağmen geniş su yüzeylerinden olan buharlaşmayı tamamen önlemek de mümkün değildir.

Klima tekniğinde, buharlaşma sonucu oluşan nemin ortamdan uzaklaştırılması, bu sayede ortamın konfor şartlarının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Nem alma işleminin temeli; mutlak nemi düşük bir havanın, gönderildiği hacimde bulunan su buharını yüklenmesi ve ortamın dışına taşınması ilkesine dayanır. Şu halde iç ortamdan nem alacak hava, içeride istenilen seviyeden daha düşük mutlak neme sahip olmalıdır [3].

2.1 Ortam Nemini Azaltmak için Yöntemler:

2.1.1. Tamamen Dış hava ile çalışma

Kapalı havuz klima tekniğinde, yaz aylarında, içerdeki nemi düşürmek için, iç hava tamamıyla dışarı atılabilir ve içeriye %100 dış hava basılarak havalandırma sağlanabilir. Bu yöntem enerji gideri bakımından yaz ayları için en ekonomik çözümdür. Yakın zamana kadar kış aylarında da daha kuru olan dış hava, yeterli oranda iç hava ile karıştırılarak, ortam neminin alınmasında kullanılmaktaydı. Bu uygulama, özellikle ılık iklim bölgelerinde dış havanın ısınması ve buna paralel olarak nemlenmesi sonucu, içeride rahatsızlık verici yüksek nemli bir ortam oluşturmaktadır. Diğer taraftan konfor şartlarını sağlamak için gerekli olandan çok daha fazla alınan dış havanın ısıtılması, enerji giderlerini artırmaktadır.

2.1.2. İç havanın neminin soğutucu akışkan kullanılarak alınması

Klima santrali içerisine, soğutucu batarya yerleştirilerek, santralde hazırlanan havanın nemi alınabilir. Bunun için genellikle 6-12°C'ye kadar soğutulan su kullanılır. Bataryanın ısı geçiş yüzeylerinde, havanın içerindeki nemin yoğuşması sağlanır. Bu yöntemle havanın nemini düşürmekte kullanılan soğuk suyun hazırlanması için chiller grubunun çalıştırılması, enerji giderlerini artıracaktır.

2.1.3. Bağımsız nem alıcı cihazların kullanılması

Klima santrali yoksa veya yetersiz kalıyorsa, duvar tipi veya salon tipi nem alma cihazları da kullanılabilir. Her biri bağımsız çalıştırılabilen bu cihazlar da; emiş fanıyla ortamdan hava emilerek, mekanik kompresörlü soğutma devresiyle soğutulup nemin yoğuşması sağlanır, gerekirse hava ısıtıcı bataryadan da geçirildikten sonra, yine ortama üflenir. Çeşitli güç kapasitelerde üretilen cihazlar, elektrik enerjisi ile çalışır.

2.1.4. Isı pompası ile nem alınması

Sistemde ısı pompası çözümünü uygulamak, enerji gideri bakımından en ekonomik yoldur. Isı pompasının sıcak devresinde, havuz suyunun ısıtılması sağlanırken, soğuk devresinde de iç hava neminin düşürülmesi sağlanır.

2.2 Havuz Tasarım Parametreleri:

Yüzme havuzlarının mekanik tesisat hesapları, TS 11899'a göre yapılmalıdır. Mekanik tesisat

mühendisi, havuz ile ilgili kullanım bilgilerini alarak işe başlar. Mimari projeyi inceler, çevre hakkında bilgiler toplar, kendi görüş ve deneyimlerini kullanarak, havuzun mekanik tesisat projesi için ilk “Öneri Raporu” nu hazırlar. Havuz tipine göre havuz suyu sıcaklık değerleri TS 11899’da verilmiştir ve Tablo 1.’de gösterilmektedir [5]. Zaman zaman havuzun yapım tekniğine uymayan isteklerle de karşılaşan tesisat mühendisi, bu isteklere karşı en uygun teknik çözümleri önererek, mutabık kalınan en uygun çözüm şekliyle projeyi tamamlar. Her türlü yüzme havuzu, insan sağlığı ve can emniyeti bakımından hiçbir tehlike oluşturmayacak bir tasarıma sahip olmalı ve tesis istenen ekonomik ömrü boyunca fonksiyonlarını eksiksiz yerine getirmelidir. Yüzme havuzu projesi yapılırken mekanik tesisat mühendisine çok önemli görevler düşmektedir.

Tablo1. Farklı Kullanma Amaçlarına Göre Önerilen Havuz Suyu Sıcaklıkları (TS 11899 Çizelge10) [5]

Havuz Tipi	Su Sıcaklığı (°C)
Halka Açık Havuzlar	26-28
Spor Havuzları	22-24
Çocuk Havuzları	26-32
Terapi Havuzları	35
Masaj Havuzları	26-32
Soğuk Su Havuzları	15

Kapalı yüzme havuzlarında bulunan ısıtma ve havalandırma tesisleri, çevre şartları ve ekolojik şartlar dikkate alınarak, istenen konfor şartlarını kullanıcılara ve personele sağlamalıdır. Çevre ile ısı alışverişinde bulunan insan vücudu, bunu taşınım (konveksiyon), ışınım (radyasyon) ve buharlaşma yolu ile gerçekleştirir. Çevreyi sınırlayan yüzeylerin düşük sıcaklıkta olması, ışınım ile insan vücudunun ısı kaybını artırır. Binaların ısı kayıplarını büyük oranda, kullanılan yapı elemanlarının ısı iletim katsayıları belirler. Yüzme havuzunun yapımında kullanılan malzemelerin (yapı elemanı kompozit de olabilir) toplam ısı geçiş katsayıları için olması gereken minimum değerler Tablo 2.’de gösterilmiştir. Ayrıca, yapı hasarlarını önlemek için, duvar ve çatı iç yüzeylerinin sıcaklıkları, yoğuşma noktası sıcaklık değerine düşmemelidir. Buna koşulları sağlayacak bir klima sistemi kurulmalıdır.

Tablo 2. Isı Yalıtım Yönetmeliğine Yapı Bölümleri için Göre İzin Verilen En Düşük Toplam Isı Geçiş Katsayıları (TS 825)

Yapı bölümü	Sınır	Toplam Isı Geçiş Katsayısı k_{maks} (W/m ² K)
Dış duvarlar	Dış havaya ve toprağa hem sınır	0,50
Tavanlar	Dış havaya ve ısıtılmayan tavan arası odalarına hem sınır	0,30
Yürünebilen tavanlar Zeminler	Toprağa veya ısıtılmayan mahallere hem sınır	0,55
Pencereler, Pencere kapılar, Cam duvarlar	Cam	3,1 (k_v) $k_R \leq k_v$

Havuz Suyu Sıcaklıkları:

İstlenen havuz suyu sıcaklığı Tablo 1. de verildiği gibidir. Su sıcaklığı ile vücut sıcaklığı arasındaki fark vücuttan ısı kaybını ve dolayısıyla metabolizmayı etkiler.

Mahal Havası Sıcaklıkları:

Çıplak vücut üzerindeki su tabakası buharlaşma yoluyla ilave ısı kaybına neden olur. Bu ısı kaybını

azaltmak için yüzme holünün hava sıcaklığı, havuz suyu sıcaklığının 2-4°C üzerinde bulunmalıdır, ancak 34°C'nin üstüne de çıkmamalıdır. Önerilen mahal havası sıcaklık değerleri Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. Mahal Havası için Önerilen Hesap Sıcaklıkları

Mahal Adı	Mahal Havası Sıcaklığı (°C)
Giriş Bölümü	22
Soyunma bölümü, sağlık ve Cankurtaran odaları	26
Sağlık bölümü	28
Yüzme Holü	34

Yüzey Sıcaklıkları:

İnsanların vücut metabolizması ve psikolojik özellikleri dikkate alınarak, tesiste müsaade edilebilecek yüzey sıcaklık değerleri Tablo 4. verilmiştir. Yüzeylerin sıcaklık değerlerin üzerine çıkarsa, insanlar yüksek yüzey sıcaklığından dolayı rahatsız olurlar ve hatta yanık tehlikesi ile dahi karşılaşılabilir.

Tablo 4. Yapı Yüzeylerinde Müsaade Edilen Sıcaklıklar.

Yüzey Adı	Yüzey Sıcaklığı
Üst yüzeyler	40 °C ye kadar
Yalınayak bölümünde, Zeminden Isıtma Yüzeyleri	26 °C ye kadar
Temas korumasız	50 °C ye kadar
Temas korumalı	Sınırsız

Sıcak Su Sıcaklıkları

Yüzme havuzunda, insanların temasta oldukları sıcak sular için izin verilen en yüksek sıcaklık değerleri Tablo 5.'de verilmiştir. Sıcaklıklar bu değerleri aştığında, insanlar yüksek su sıcaklığından dolayı rahatsız olurlar ve hatta yanık tehlikesi oluşabilir.

Tablo 5. Havuz Bölgesinde Müsaade Edilen En Yüksek "sıcak su" Sıcaklık Değerleri

Sıcak Su	Sıcak su sıcaklık değeri
Duş sularında (su çıkışından önce)	42°C ye kadar
Su çekme yerlerinde	50°C ye kadar

Mahal Havaasının Nemi:

Yüzme holünde mahal havaasının bağıl nemi psikolojik dayanabilirlik sınırının altında kalmalıdır. Çünkü yüksek bağıl nem bunalma hissine sebep olur. Giyinik olmayan insanlar için sınır nem değeri $x = 14.3$ g nem /kg kuru hava miktarına eşdeğer olan $P_o = 22.7$ hPa buhar kısmi basıncında bulunur (Bu değer 1 kg kuru hava içersinde 14.3 g su buharı bulunduğunu gösterir.). Bu ampirik değerin üzerine çıkılması ekseri sıcak mevsimde oluşan $P_o = 14.4$ hPa buhar kısmi basıncına eşdeğer olarak $x = 9$ gr nem / kg kuru hava'lık dış havanın daha yüksek su miktarında kabul edilebilir. Buharlaşma miktarı, havuz suyunun sıcaklığına, havanın sıcaklığına ve bağıl nem değerine göre değişecektir. Tablo 6.'da buharlaşma miktarı (g nem / m₂ h) olarak verilmiştir [6].

Kullanılacak maksimum dış hava miktarı yaz sezonundaki dış hava koşullarına bağlı olarak belirlenir. Su miktarı $x = 9$ gr/kg ve $x_L = 14.3$ g/kg lik yüzme havuzu holünde belirlenen su buharı miktarına hesaplama için bireysel fiziksel hesaplama verileri h-x grafiğinden alınmalıdır. Kış mevsiminde söz konusu iklim yöresinin bir yılının en soğuk ayının ortalama dış sıcaklığının kadarı dış camlarda yoğunlaşma noktasının altına düşmeyecek bir şekilde aynı kalan iç sıcaklıkta yüzme holünün mahal

havasının mutlak nemi göz önünde bulundurulmalıdır. Mahalle giren su buharı miktarı veya koku ve zararlı madde birikimleri, bunların süpürülerek uzaklaştırılması için gerekli dış hava miktarını belirler. Veriş havası içerisindeki dış hava oranı, havuz işletme saatlerinde ortama verilen havanın %30'unun altına düşmemelidir.

2.3. Buharlaşma Miktarının Hesaplanması

Buharlaşma miktarı çok sayıda parametreye bağlı olup, bunlar; havanın sıcaklığı, havuz suyunun sıcaklığı, ortamın bağıl nemi ve havanın hızıdır. Nem alma miktarını hesaplamak için birçok ampirik bağıntı mevcuttur. Bu bağıntıların birçoğu ile gerçek nem oluşum miktarına göre daha büyük değerler hesaplanmaktadır. Bu durum gerçekte kapı, pencere vs yerlerden sızıntı ile kontrolsüz bir havalandırmanın olması veya havuzun doluluk oranının az olması gibi sebeplerden kaynaklanır [6].

Tablo 6. Su Sıcaklığı ve Hava Sıcaklığına Bağlı Olarak Buharlaşma Miktarları [6]

Su Sıcaklığı (°C)	Buharlaşma Miktarı (g nem / m ² h)													
	Hava Sıcaklığı (°C) / Bağıl Nem %													
	24		25		26		27		28		29		30	
	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
22	204	192	197	174	190	165	182	156						
23	217	194	209	187	203	178	194	169	187	158				
24	230	208	223	200	216	191	208	182	118	172	192	162		
25			235	213	229	204	221	195	213	185	205	175	196	164
26					244	219	236	210	228	200	220	190	211	179
27							250	223	243	215	235	205	226	194
28									259	230	250	221	241	209
29											268	238	259	227
30													277	244

Havuzu çevreleyen ortam içerisinde iyi bir hava dağılımı mevcut ve çevresine göre su yüzeyinde hava hızı daha düşük ise buharlaşma miktarı azalacağından dolayı nem alma ihtiyacı da azalacaktır. Diğer yandan klima şartlarına göre içeriye verilen taze hava miktarı, genelde dış havanın bağıl nemi daha düşük olacağından, havuz ortamı havası bağıl neminin düşmesine yol açacaktır. Kullanılan ampirik bağıntılar, yüksek bir emniyet değeri içerdiklerinden, hesaplamalar en kötü şartlara göre sonuç verir. Aşağıda buharlaşma ihtiyacının hesaplanmasında en sık kullanılan bağıntılar verilmiştir [7, 8, 9, 10].

VDI 2089 göre, buharlaşma şu şekilde hesaplanır:

$$W_{BUHARLAŞAN} = e A (P_B - P_L) \text{ (g nem / h)} \quad (1)$$

Burada,

- $W_{BUHARLAŞAN}$: Buharlaşan nem miktarı (g nem /h)
 A : Havuzun Yüzey Alanı (m²)
 P_B : Su Sıcaklığındaki Doymuş Buhar Basıncı (mbar)
 P_L : Hava Sıcaklığındaki Kısmi Buhar Basıncı (mbar)
 e : Ampirik Faktör [g / (mbar*m²*h)]

Havuzun durumuna bağlı olarak e çarpanı Tablo 7.'den seçilir.

Tablo 7. Ampirik Çarpan ϵ (Denklem 1 için geçerli)

Havuz Durumu	ϵ Çarpanı
Üstü örtülü havuzlar	0,5
Durgun yüzeyli havuzlar	5
Az kullanılan özel havuzlar	15
Normal kullanılan seviyeli havuzlar	20
Eğlence Havuzları	28
Dalgalı Havuzlar	35

VDI 2089'a göre işletilen yüzme havuzları için havuzun birim yüzey alanı başına minimum $10 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$ 'lik taze hava ön görülmüştür. Bu taze hava ihtiyacına göre nem alma kapasitesi aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$W_{ALINAN} = A \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot (x_i - x_u) \quad (2)$$

Burada :

W_{ALINAN}	: Alınan nem miktarı (g nem /h)
A	: Havuzun Yüzey Alanı (m^2)
x_i	: İç ortam havasının mutlak nemi (g nem /kg kuru hava)
x_u	: Dış ortam havasının mutlak nemi (g nem /kg kuru hava)
10	: Dış ortam hava debisi ($\text{m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$)
1,2	: Havanın yoğunluğu (kg / m^3)

Biasin & Krumme Denklemi [10]:

Gündüz işletme halinde kullanılan denklem:

$$W_{BUHARLAŞAN} = [0,118 + (0,01995 \cdot a \cdot (P_B - P_L) / 1,333)] \cdot A \quad (3)$$

Burada :

$W_{BUHARLAŞAN}$: Buharlaştan nem miktarı (kg nem /h)
A	: Havuzun Yüzey Alanı (m^2)
P_B	: Su Sıcaklığındaki Doymuş Buhar Basıncı (mbar)
P_L	: Hava Sıcaklığındaki Kısmi Buhar Basıncı (mbar)
a	: Ampirik Çarpan

Havuz durumuna bağlı olarak a çarpanının değeri aşağıdaki Tablo 8.'den seçilir.

Tablo 8. Ampirik Çarpan a (Denklem 3 için geçerli)

Havuz Durum	a Çarpanı
Genel amaçlı yüzme havuzları	0,5
Otel havuzları	0,4
Özel yüzme havuzları	0,3

Gece işletme durumu için kullanılan denklem ise aşağıdaki gibidir.

$$W_{BUHARLAŞAN} = [-0,059 + (0,0105 \cdot (P_B - P_L) / 1,333)] \cdot A \quad (4)$$

Burada :

- $W_{BUHARLAŞAN}$: Buharlaşan nem miktarı (kg nem /h)
 A : Havuzun Yüzey Alanı (m²)
 P_B : Su Sıcaklığındaki Doymuş Buhar Basıncı (mbar)
 P_L : Hava Sıcaklığındaki Kısmi Buhar Basıncı (mbar)

Taze hava ile elde edilen nem alma kapasitesinin, buharlaşma miktarından çıkartılması gerekmektedir. Sonuç olarak, taze hava ile alınan nem çıkarıldıktan sonra klima sistemi ile alınması gereken nem miktarı belirlenmiş olur.

$$W_{SANTRAL} = W_{BUHARLAŞAN} - W_{ALINAN}$$

3.ADAPAZARI KAPALI YÜZME HAVUZU HAKKINDA BİLGİLER

Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğüne, Adapazarı'nda 2007 yılında kapalı olimpik bir yüzme havuzunun inşaatına başlanmıştır. Havuz, 2011 yılı Temmuz ayında tamamlanarak faaliyete geçmiştir. Havuz Adapazarı şehir merkezinde, tasfiye edilen Türkiye Zirai Donatım Kurumu'nun (TZDK) arazisi içinde, 12 dönümlük bir alanda inşa edilmiştir. Havuz 50 metre uzunluğunda, 25 metre genişliğinde ve 3,05 metre derinliğindedir. Havuz ölçüleri ve klima tesisatına ait cihazların teknik özellikleri Tablo 9., Tablo 10., Tablo 11. ve Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 9. Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Havuz Ölçüleri ve Su Miktarları

Yüzme havuzu Ölçüleri	Uzunluk 50 m., Genişlik 25 m, Derinlik 3,05 m.
Yüzme Havuzu su miktarı	Havuz 3800 ton Denge havuzu 400 ton

Tablo 10. Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Kazan Dairesi ve Elektrik Tesis Bilgileri

Kazan Dairesi	
Havuz Suyu Isıtma Kazanı Gücü	1745 kW
Mahal Isıtma Kazanı (Klima, radyatör ve Yerden Isıtma Toplam)	1455 kW
Elektrik	
Tesis Trafo Gücü	630 kW
Günlük Elektrik Tüketimi	
Yaklaşık Değerler (Chiller grubu gücü 200 kW, pompa ve fanlar 38-40 kW)	3000 kW-h

Tablo 11. Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Havalandırma Sistemleri

Mutfak Aspiratörü	
Debi	20000 m ³ /h
Basınç	402 Pa
Güç/Devir	0.55 kW/ 2790 d/d
Kafeterya Havalandırma Vantilatörü	
Debi	2000 m ³ /h

Basınç	162 Pa
Güç/Devir	0.37 kW/ 887 d/d
Soyunma-duş-WC emiş fanı (aspiratör)	
Debi	26800 m ³ /h
Basınç	399 Pa
Güç/Devir	7.5 kW/ 1112 d/d

Tablo 12.a Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Havuz Bölgesi Isıtma-Soğutma ve Nem Alma Santrali

Basma Fanı (vantilatör)	
Debi	2 adet
Basınç	18000 m ³ /h
Güç/Devir	777 Pa
Isıtıcı Batarya	
Çalışma Sıcaklığı	80/60 °C
Güç	223 kW
Hava giriş sıcaklığı	13 °C
Soğutucu Batarya	
Çalışma Sıcaklığı	6/12 °C
Güç	211 kW
Hava giriş sıcaklığı	30 °C
Bağıl nem	% 60
Emiş Fanı (aspiratör)	
Debi	2 adet
Basınç	20000 m ³ /h
Güç/Devir	329 Pa
	4 kW/ 897 d/d

Tablo 12.b Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Seyirci-Fuaye Alanı Havalandırma-Isıtma-Soğutma ve Nem Alma Santrali

Basma Fanı (vantilatör)	
Debi	17000 m ³ /h
Basınç	747 Pa
Güç/Devir	7.5 kW/ 915 d/d
Isıtıcı Batarya	
Çalışma Sıcaklığı	80/60 °C
Güç	155 kW
Hava giriş sıcaklığı	: -3 °C
Soğutucu Batarya	
Çalışma Sıcaklığı	6/12 °C
Güç	244 kW
Hava giriş sıcaklığı	35 °C
Bağıl nem	% 44
Emiş Fanı (aspiratör)	
Debi	10600 m ³ /h
Basınç	234 Pa
Güç/Devir	2.2 kW/ 629 d/d

Tablo 12.c Adapazarı Kapalı Yüzme Havuzu Soyunma Odaları Havalandırma-Isıtma ve Nem Alma Santrali

Basma Fanı (vantilatör)	
Debi	26100 m ³ /h
Basınç	603 Pa
Güç/Devir	11 kW/ 1173 d/d
Isıtıcı Batarya	
Çalışma Sıcaklığı	80/60 °C
Güç	255 kW
Hava giriş sıcaklığı	: -3 °C

SONUÇ

Yerinde yapılan incelemede, Adapazarı olimpik kapalı yüzme havuzu projesinin uygulanmasında, enerji verimliliği bakımından eksiklikler tespit edilmiştir [11,12,13,14,15]. Sistemin enerji performansının iyileştirilmesi için, dünyadaki benzer uygulamalar paralelinde ısı pompası kullanılmalı ve güneş enerjisinden yararlanılmalıdır. Bu sayede, tesisin ısıtma amaçlı doğal gaz tüketimi azalacaktır. Ülkemizin gibi doğal gaz ithal eden bir ülkede, dışa bağımlılığın azaltılması bakımından, bu tür enerji tüketimi yüksek yeni tesislerde, birincil enerjiden daha yüksek verimle yararlanmayı ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanmayı sağlayan sistem çözümlerinin tercih edilmesi gerekirdi.

Diğer bir eksiklik ise sistemin enerji tüketiminin, sıcaklıkların ve nem değerlerinin ölçülerek izlenmesini sağlayacak bir ölçme sisteminin tesiste bulunmamasıdır. Tesisin enerji verimliliğinin tespiti için bir ölçme ve veri toplama sistemi tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Kurulacak sistem ile saatlik, günlük, haftalık, aylık ve mevsimlik enerji tüketim değerleri toplanıp, elektronik ortamda kayıt altına alınabilir. Toplanan bu veriler, değerlendirilerek mevcut sistemin daha verimli işletilmesi için alınabilecek önlemler veya sistemde yapılması gerekli iyileştirmeler belirlenebilir. Bu veriler ile işletme maliyetlerinin de daha sağlıklı olarak tespiti mümkün olacaktır.

Yine bu veriler ve dış ortam koşullarına ait verilerin bir arada kullanılması ile kurulacak bir teorik model sayesinde sistemin enerji dengesi incelenebilir. Bu model ile farklı sistem çözümlerinin, farklı dış iklim koşulları için değerlendirmesini yapmak da mümkün olacaktır. Örneğin Ankara veya Urfa iklim şartları girilerek, olimpik kapalı yüzme havuzunun enerji tüketimi hesaplanabilecektir. Diğer yandan, verileri depolamanın ikinci bir faydası da, örneğin sisteme eklenecek bir ısı pompasının ısıtma mevsimi boyunca toplam verimliliği (COP) takip edilebilecektir. Bunun neticesinde havuzla ilgili enerji maliyetleri ve tasarruf miktarları elde edilebilecektir. Alternatif sistemlere ait sayısal sonuçlar ileride yapılacak çalışmalarda sunulacaktır.

Adapazarı coğrafi bakımdan güneş enerjisinden yararlanılabilecek bir konumdadır. Gerek havuz suyunun ısıtılması ve gerekse de diğer ısıtma ihtiyaçları için, kapalı yüzme havuzunun çatısına yerleştirilebilecek güneş kolektörleri ile önemli miktarda enerji tasarrufu yapılabilir. Mevcut sistemde, güneş enerjisinden yararlanılabilecek bir uygulama düşünülmüştür.

Isı pompası uygulamasıyla, havuzdan buharlaşan nemin alınması iç hava kalitesini iyileştirilirken, yoğunlaşan suyun taşıdığı ısının geri kazanılması da sağlanacaktır. Böylece ısıtma amacıyla harcanan enerjiden büyük miktarlarda tasarruf yapılabilir. Bir diğer tasarruf yolu da, dışarıya atılan egzoz havasından ısının yine ısı pompası yoluyla geri kazanılmasıdır. Böylece havuzun ticari bakımdan daha ekonomik işletilebilmesi sağlanır, havuz kullanıcılarına daha ucuz kullanım fiyatları önerilebilir. Nem almanın başarılı bir şekilde gerçekleşmesiyle, yapı elemanlarının aşırı nem dolayısıyla korozyon ve bozunmaları da engellenmiş olacak, dolayısıyla havuz binasının bakım onarım maliyetlerinden de önemli tasarruf sağlanacaktır.

Ayrıca, bu tesisin toplam enerji ihtiyacının 3000 kW lık bir büyüklükte olduğu dikkate alındığında, tesiste yakıt olarak doğalgaz kullanıldığından dolayı, uygun bir mikro gaz türbiniyle bir kojenerasyon sistemi eklenmesi yerinde olacaktır. Böylece, kurulacak kombine doğal gaz santraliyle, tesisin elektrik enerjisi ihtiyacı yanında, ısıtma amacı için hem havuz suyu ısıtılması ve hem kalorifer ihtiyacı için ısıtma ihtiyacı karşılanabilir, ilaveten absorpsiyonlu soğutma sistemiyle klima ihtiyacı soğutma karşılanabilir. İhtiyaç fazlası elektrik enerjisi de TEK ile yapılacak anlaşmayla satılarak enterkonnekte sisteme verilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] "Havuz Tesisatı-Yüzme Havuzu Yapımı için Esaslar". TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/2003/298-2, 2003
- [2] "Havalandırma Tesisatı", TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/2003/297-3, 2003
- [3] İŞBİLEN, İ., Kapalı Yüzme Havuzlarında Klimatizasyon, 20 Şubat 1999-Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 214, 1999.
- [4] "UHE-2 (Ulusal Havuz Enstitüsü) Özel Yüzme Havuzları için Su Hazırlanması Hakkında Talimat", UHE - ULUSAL HAVUZ ENSTİTÜSÜ DERNEĞİ, www.uhe.org.tr 3
- [5] TS EN 13451-1, Yüzme Havuzu Donanımı-Bölüm 1: Genel Güvenlik Kuralları ve Deney Metotları, 2003.
- [6] ARICI, M., SEÇİLMİŞ, M., Kapalı Yüzme Havuzlarının Nem Kontrolü Ve Ekonomik Olarak İklimlendirilmesi, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 477-492
- [7] Verein Deutscher Ingenieure- VDI 2089- Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern- (Alman Mühendisler Birliği-2089-Yüzme Havuzlarıyla ilgili Teknik Ekipmanlar).
- [8] SHAH, M. M., "Prediction of evaporation from occupied indoor swimming pools", Energy and Buildings 35, 707-713, 2003.
- [9] SHAH, M. M., "Evaporation Calculating From Indoor Water Pools", HVAC Engineering, • March 2004
- [10] BIASIN, K., KRUMME, W., "Die Wasserverdunstung in einem Innenschwimmbad", Electrowaerme International, 32 (A3), A115-A129, 1974.
- [11] Lazzarin, R., Alternative heating of a municipal swimming pool, International Journal of Refrigeration, Volum 6, Issue 2, Pages 118-122, March 1983.
- [12] Peng Sun, Jing Yi Wu, Ru Zhu Wang, Yu Xiong Xu, Analysis of indoor environment conditions and heat pump energy supply systems in door swimming pools, Energy and Buildings, In Pres, Corrected Prof, Available online 14 August 2010.
- [13] Lazzarin, R., Longo, G., Comparison of heat recovery systems in public indoor swimming pools, Applied Thermal Engineering, Volume 16, Issue 7, Pages 561-570, July 1996.
- [14] Lam, J.C., Chan, W.W., Life cycle energy cost analysis of heat pump application for hotel swimming pools, Energy Conversion and Management, Volume 42, Issue 11, Pages 1299-1306, July 2001.
- [15] Johansson, L., Westerlund, L., Energy savings in indoor swimming-pools: comparison between different heat-recovery systems, Applied Energy 70 (2001) 281-303.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet ÇOBAN

1963 yılında Sakarya'nın Adapazarı merkez ilçesinde doğmuştur. 1984 yılında İTÜ Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1987 yılında Boğaziçi Üniversitesinden Yüksek Makina Mühendisi unvanı almıştır. 2001 senesinde Sakarya Üniversitesinden Doktora unvanı almıştır. 2002 senesinden beri aynı üniversitede Yrd. Doç. unvanı ile çalışmaktadır. Enerji ve ısı tekniği ana bilim dallarında görev almıştır. Isı geçişi, havalandırma, klima, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) konularında çalışmaktadır.

Hasan KÜÇÜK

1970 Akseki doğumludur. 1987 yılında İTÜ Makine Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 1991 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisansını, 2002 yılında da aynı enstitüde Doktorasını tamamlamıştır. 1992-2002 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmış, 2002 yılından bu yana da Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.

Mehmet GÜNDÜZ

1966 Akyazı/Sakarya doğumludur. 1989 yılında İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 1995 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü den yüksek lisansını ve 2002 yılında da Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktorasını tamamlamıştır. 1989-2002 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmış, 2002 yılından bu yana da aynı yerde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.