

# YÜZME HAVUZU TESİSATININ BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

**Nureddin DİNLER\***, **Ümit ARI** ve **Nuri YÜCEL\***

Makina Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gazi Üniversitesi 06570 Maltepe, Ankara  
[ndinler@gazi.edu.tr](mailto:ndinler@gazi.edu.tr), [umit.ari@hotmail.com](mailto:umit.ari@hotmail.com), [nuvucel@gazi.edu.tr](mailto:nuvucel@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 06.11.2007 ; Kabul/Accepted: 05.05.2010)

## ÖZET

Yüzme havuzlarının kullanım şekillerine göre kendilerine özgü tasarımları vardır. Havuzların tasarımından inşasına ve hatta işletmesine kadar her aşamada standartlara uyulması insan sağlığını doğrudan etkilediği için çok önemlidir. Havuzları kullanan insanların sağlıkları özellikle havuzun işletmesi ile oldukça yakından ilgilidir. Havuz işletmesinde en önemli konulardan birisi de mekanik tesisatın hijyeni sağlayacak şekilde standartlara uygun olarak tasarlanmış olmasıdır. Bu nedenle havuz için gerekli suyun ısıtılması, denge deposu su hacminin hesaplanması, tesisat boru çaplarının belirlenmesi ve uygun debi ile havuz içine pompalanması için pompa gücünün belirlenmesi gerekmektedir. Bu hesaplamaları el ile hesaplamak oldukça uzun bir zaman almaktadır. Bu amaçla, yüzme havuzlarında yüzücülerin sağlığını ve konforunu sağlamak için gerekli mekanik tesisat tasarım hesaplamalarını yapan bir program geliştirilmiştir. Yazılan görsel programda havuzun ısıtma, su tesisatı sistemleri için hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamaları yapmak için Visual Basic programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile hesaplamalar sonucunda denge deposu hacmi, besleme giriş ağzı (nozül) sayısı ve debisi, filtre sayısı ve havuzun toplam ısı ihtiyacı hesaplanmaktadır. Ayrıca, havuzun su besleme tesisatı için boru çapının belirlenmesi ile birlikte gerekli pompa gücü de yine aynı program yardımıyla yapılabilmektedir. Örnek olarak program yardımıyla olimpiik boyutlarda bir yüzme havuzu için hesaplamalar yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzme havuzu, tesisat, bilgisayar destekli hesaplama.

## COMPUTER AIDED DESIGN OF SWIMMING POOL SANITARY INSTALLATION

### ABSTRACT

Depending on the usage purposes swimming pools have their own designs. It is very important obeying the standards in the steps of design, construction, and operating of swimming pool due to the direct effects of human health. Especially, the operating the swimming pools are related to public health who use these pools. One of the most important issues for healthy operation of swimming pool is the design of the mechanical sanitary, which provides hygiene. Swimming pools should be designed according to the standards. According to standards heating necessity for water, volume of balancing tank, sanitary pipe calculations, pressure loss calculations should be carried out. These calculations are time consuming. For this purpose a computer program was developed to calculate design calculations of mechanic sanitary of swimming pools. This visual program calculates heating and mechanical sanitary systems. Visual Basic was used for this purpose. The program figures out the balancing tank volume, nozzle numbers and flow rate for feed water, number of filters and total heat requirement for water. Beside these mechanical sanitary, pipe radius and pump flow rate could be determined. An olympic swimming pool calculations are given as an example.

**Keywords:** Swimming pool, sanitary, computer aided calculation.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Havuz kullanımı ve insanların havuzlara olan talepleri oldukça yoğundur. Havuzlar kendi içlerinde çeşitlilik göstermektedir. Bunlar içerisinde en yaygın olanları

kapalı ve açık, olimpiik veya yarı olimpiik yüzme havuzlarıdır. Yüzme havuzları insanların hem spor yaptıkları hem de eğlendikleri ortamlardır. Ancak havuz ile ilgili önemli konulardan birisi de tasarımıdır. Başlangıçta havuzun tipi belirlendikten sonra su

ile ilgili sistem bileşenlerinin hesaplarının uygun olarak yapılması gerekmektedir. Aksi halde, havuzun ihtiyacı olan suyun miktarı ve şartlandırılması konfor şartlarını karşılayamayabilir. Havuz tesisatının tasarımı ise genel olarak zahmetli bir iştir. Bu amaçla yüzme havuzu tasarımında kullanılmak üzere görsel bir yazılım adım adım geliştirilmiştir. Bu yazılım ile tasarımcının havuz tesisatının hesaplarını daha kolay ve hızlı olarak yapabilmesi amaçlanmaktadır.

Yüzme havuzları için en önemli nokta suyun temiz olması ve güvenliğidir. Bu nedenle havuz suyunun TS 266 (Sular - İnsani Tüketim Amaçlı Sular) standardına uygun olması ve TS EN 13451-1 (Yüzme havuzu donanımı - Bölüm 1: Genel güvenlik kuralları ve deney metotları) standartlarına uyması gereklidir. İçilebilen genel ve yaygın hijyenik suların niteliği havuz suları için de sağlanmalıdır [1].

Yüzme havuzu tesisatının daha kolay hesaplanabilmesi için literatürde bulunan ve kullanılan formüller bir araya getirilerek bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılımda kullanılan formüller 2. Hesaplamalar başlığı altında verilmiştir.

## 2. HESAPLAMALAR (CALCULATIONS)

### 2.1. Havuz Sistemi (Pool System)

Havuzun ilk tasarımında dikkat edilecek özellik havuz sisteminin seçilmesidir. İki sistem bulunmaktadır. 1. Yüzey ayırıcılı (skimmerli) sistem, 2. Taşmalı sistem. Yüzeydeki kirli suyun birkaç noktadan emilmesi esasına göre çalışan sistem yüzey ayırıcılı sistem olarak isimlendirilir. Genel kullanımlı havuzlarda kullanılamazken, kullanım yoğunluğu az olan havuzlarda yüzey ayırıcılı sistem tercih edilir [2].

Genel kullanımlı havuzlarda suyun tüm havuz kenarından taşırılması esasına dayanan taşmalı sistem kullanılmaktadır. Su yüzeyindeki kirlilik en kısa ve en hızlı olarak uzaklaştırılır ve bu sistem havuzun daha büyük ve estetik görünmesini sağlamaktadır. Yüzme sırasında havuzun duvarları görmeyi engellemez, havuzda oluşan dalgalar havuz duvarına çarpmaz, taşma kanalından denge deposuna gider. Bu nedenle havuz yüzeyi dalgalı olmaz ve taşmalı sisteme göre tasarlanan havuzda yerel kirlilikler de oluşmaz [2].

### 2.2. Havuzda Su Hareketi (Motion of Water in Pool)

Havuz içerisinde her noktada suyun değişimini sağlayacak şekilde düzenlenebilmesi için suyun havuz içine giriş ve çıkışı uygun olarak düzenlenmelidir. Suyun hareketi, içerisindeki dezenfektan maddelerin karışımını ve kirliliklerin dolaşıma katılmasını sağlar. Havuz yüzeyinin her 8 m<sup>2</sup>'si (3,2 m çapında daire veya bir kenarı 2,8 m olan kare) için bir besleme giriş ağzı (nozül) düşünülmelidir [1]. Havuzda her 8-14 m<sup>2</sup> su yüzeyi için bir besleme tasarlanmalıdır. Küçük

havuzlarda ve daha yüksek giriş hızlarının kullanılmasında bu değerler değişebilmektedir [3].

### 2.3. Denge Deposu (Balance Tank)

Denge deposu, havuz suyunun yüzeyden her zaman taşmasını sağlamak, akışı dengelemek, ters yıkama için depo hacmini oluşturur. Denge depoları kapalı olarak tasarlanmalı, atmosferle temasta bulunmamalı, tamamen boşaltılabilir ve temizlenebilir olmalıdır. Denge depolarının konumu havuza en yakın noktada ve havuz su seviyesinden aşağıda olmalıdır. Bu şekilde taşma hatlarının yeterli bir eğimle depoya yönlendirilebilmesi sağlanabilmektedir. Denge deposu hacmi aşağıdaki denklemlerden belirlenir [1, 4].

$$V_D = V_V + V_W + V_R \quad (1)$$

$$V_V = 0.075 \cdot A/a \quad (2)$$

$$V_W = 0.052 \cdot A \cdot 10^{-0.144 \cdot Q/l} \quad (3)$$

$$V_R = 6 \cdot A_F \quad (4)$$

Burada;

$V_D$  : Denge deposu toplam hacmi, (m<sup>3</sup>)

$V_V$  : Yüzenlerin taşıdığı su hacmi, (m<sup>3</sup>)(Kişi başına ortalama 0.075 m<sup>3</sup> alınır.)

$V_W$  : Dalgalanmalar ve dolaşım nedeni ile taşan su hacmi, (m<sup>3</sup>)

$V_R$  : Filtre ters yıkaması (temizliği) için kullanılan (depolanan) su hacmi, (m<sup>3</sup>)

$A$  : Havuzun su alanı, (m<sup>2</sup>)

$A$  : Kişi başına su alanı, (m<sup>2</sup>) (Olimpik havuzlarda yüzücü başına 5,4 m<sup>2</sup>)

$L$  : Taşma kanalının uzunluğu, (m)

$A_F$  : Filtre kesit alanı, (m<sup>2</sup>) (Olimpik havuzlarda genel olarak 2,0 m<sup>2</sup>)

### 2.4. Yüzme Havuzları İçin Anma Yüğü ve Dolaşım Debisi (Rated Load and Circulation Flow Rate for Swimming Pools)

Bir havuzun anma yüğü, tasarıma esas alınan havuzda, bu havuzu bir saatte kullanan kişi sayısı olarak tanımlanır. Anma yüğü, havuzun su yüzeyi alanı, kullanıcı frekansı ve kişi başına düşen su yüzeyi kullanılarak hesaplanır [1,4]:

$$N = A \cdot n/a \quad (5)$$

Burada;

$N$  : Anma yüğü (1/h),

$A$  : Havuzun su alanı (m<sup>2</sup>),

$n$  : Kullanıcı frekansı (1/h),

$a$  : Kişi başına düşen su yüzeyi alanı (m<sup>2</sup>)'dir.

Bir saatte havuzda sürekli olarak dolaşım yapan su hacmi dolaşım debisi olarak tanımlanır. Yeterli miktarda dezenfeksiyon maddesi kapasitesinin koruyabilmesi ve kirliliklerin havuzda kalmasını sınırlandırmak için yüklenebilme faktörü K, 0,6/m<sup>3</sup>'ün üzerine çıkmamalıdır (klorlu sistemlerde 0,5, ozon ilaveli sistemlerde 0,6) [1,4].

### 2.5. Havuzların Isıtılması (Heating of Pools)

Yüzme havuzu suyunun ısıtılması iki amaçla yapılmaktadır;

- Konfor şartlarının iyileştirilmesi
- Havuzun kullanım süresinin uzatılması [5]

Isıtma sonucunda havuzun yıl boyu hizmet vermesi sağlanmaktadır. Havuz suyunun ısıtılmasının yatırım ve işletme maliyetleri vardır ve doğru tasarımlar ile maliyetler en düşük seviyede tutulabilir.

### 3. ISI KAYBI HESAPLARI (HEAT LOSS CALCULATIONS)

Taşınım, ışıma ve buharlaşma ile su yüzeyinden olan ısı transferi, besleme suyu için gerekli olan ısı miktarı, sıçrama ve tazeleme suyu için gerekli olan ısı miktarı hesaplamaları için kullanılan denklemler ve ısı kazancı hesapları için kullanılan denklemler burada verilmiştir.

#### 3.1. Su Yüzeyinden Taşınım Isı Kaybı (q<sub>t</sub>) (Convection Heat Loss from Water Surface)

Havuzlarda taşınım ısı transferi hesapları aşağıda verilmiştir.

Açık havuzlarda için [5]:

$$q_t = \alpha_t \cdot (t_h - t_c) \quad (6)$$

Burada;

- t<sub>h</sub> : Havuz suyu sıcaklığı (°C)
- t<sub>c</sub> : Çevre hava sıcaklığı (°C)
- α<sub>t</sub> : Su yüzeyi taşınım katsayısı (kcal/m<sup>2</sup>h°C) (Tablo 1)

$$\alpha_t = 1,8 \cdot v + 1,65 \sqrt{v} \quad (7)$$

v : Su yüzeyindeki hava hızı (m/s)

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<sub>t</sub> = 10 kcal/m<sup>2</sup>h alınabilir [5, 6].

**Tablo 1.** Açık havuzlar için su yüzeyi hava hızına bağlı olarak α<sub>t</sub> değerleri [5] (Water surface α<sub>t</sub> values according to air velocity for open pools)

	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz korumasız
v (m/s)	1	2	4
α <sub>t</sub> (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	3,5	6,0	11,0

#### 3.2. Su Yüzeyinden Işıma Isı Kaybı (q<sub>i</sub>) (Radiation Heat Loss from Water Surface)

Işıma ısı transferi ile olan kayıplar için kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir. Açık havuzlar için [5,6]:

$$q_i = R \cdot \theta \cdot ((t_h + 273)^4 - (t_c + 273)^4) \quad (8)$$

Burada;

- R : Işıma katsayısı (uygulamada 5 kcal/m<sup>2</sup>h°C<sup>4</sup>)
- θ : Sıcaklık çarpanı (uygulamada 1 °C)
- t<sub>h</sub> : Havuz suyu sıcaklığı (°C)
- t<sub>c</sub> : Çevre hava sıcaklığı (°C)

“Kapalı yüzme havuzlarında ise, ışıma ile kaybolan ısı, salon duvar ve çatısından yansıyarak tekrar suya döner. Bundan dolayı hesaplarda dikkate alınmaz [5, 6].” şeklinde literatürde bulunsa da

$$Q_{rad} = \sigma \times 10^{-3} \times A_p \left[ (T_w + 273)^4 - (T_{duv} + 273)^4 \right] \quad (9)$$

eşitliği ile de havuz yüzeyinden duvarlara olan ışıma ile ısı kaybı hesaplanmaktadır [7, 8]. Hazırlanan bilgisayar programında Denklem (8) kullanılmıştır.

#### 3.3. Su Yüzeyinden Buharlaşma Isı Kaybı (q<sub>b</sub>) (Evaporation Heat Loss from Water Surface)

Buharlaşma sonucunda olan ısı kaybı aşağıdaki denklem ile hesaplanır [5]:

$$q_b = \sigma \cdot (m_{dh} - m_{nh}) \cdot h_s \quad (10)$$

Burada;

- m<sub>dh</sub> : Su yüzeyindeki doymuş havanın içinde bulunduğu su miktarı (kg/kg kuru hava)
- m<sub>nh</sub> : Çevre sıcaklığı ve bağıl neminde havanın içinde bulundurduğu su miktarı (kg/kg kuru hava)
- h<sub>s</sub> : Havuz suyu sıcaklığında suyun buharlaşma ısısı (uygulamada 580 kcal/kg)
- σ : Buharlaşma katsayısı (Lewis sayısı, kg/m<sup>2</sup>h)

$$\sigma = 25 + 19 \cdot v \quad (11)$$

### 3.4. Besleme Suyu Isı Gereksinimi ( $q_e$ ) (Heating Energy Need for Feed Water)

Havuzdan buharlaşma ile su azalması olmaktadır. Azalan su kadar suyun havuza gönderilmesi gereklidir, ancak bu suyun da ısıtılması gereklidir. Isıtma işlemi için gerekli ısı miktarı aşağıdaki denklem ile hesaplanır [5].

$$q_e = \sigma \cdot (m_{dh} - m_{nh}) \cdot C_p \cdot (t_h - t_b) \quad (12)$$

Burada;

- $\sigma$  : Buharlaşma katsayısı (Tablo 2'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)

**Tablo 2.** Havuz tipine göre buharlaşma katsayısı değerleri [5] (Evaporation coefficients according to pool type)

	Kapalı havuz	Açık havuz korumalı	Açık havuz yarı korumalı	Açık havuz korumasız
v (m/s)	0,6	1	2	4
$\sigma$ (kcal/m <sup>2</sup> h)	36	44	63	101

### 3.5. Sıçrama ve Tazeleme Suyu Isı Gereksinimi ( $q_s$ ) (Heating Energy Need for Feed Water)

Yüzücülerin suyun içerisine girerken suyun havuzdan sıçraması ve filtreleme sistemindeki çeşitli proseslerde ek su kayıpları için su kaybı miktarı 0,6 kg/m<sup>2</sup>h alınabildiği ve ısı gereksiniminin yaklaşık olarak;  $Q_s = 10$  kcal/m<sup>2</sup>h kabul edilebileceği belirtilmiştir [5,6].

### 3.6. Isı Kazancı Hesapları (Heat Gain Calculations)

#### 3.6.1. Güneş ışınlı ısı kazancı ( $q_g$ ) (Radiative heat gain from solar radiation)

Güneş ışınlı miktarı enlem derecesi, yıl boyunca değişen günlük ışınlı şiddeti ve gün uzunluğu, bulutlanma gibi güneşlenme süresi gibi parametrelere bağlı olduğu ve açık yüzme havuzlarında  $Q_g = 150$  kcal/m<sup>2</sup>h olarak kullanılabilirdiği ve kapalı havuzlarda ise ışınlı kazancı söz konusu olmadığı kaynaklarda belirtilmiştir [5, 9].

#### 3.6.2. Su yüzeyinden taşınım ısı kazancı ( $q_k$ ) (Convective heat gain from pool surface)

Açık havuzlar için ısıtma yapıldığı durumlarda havuzun su sıcaklığı çevre sıcaklığından yüksektir. Bu nedenle taşınım ile ısı kazancı oluşmaz. Bu durum ortam ısıtması yapılmayan kapalı yüzme havuzları için de geçerlidir. Ancak, ortam ısıtması yapılan kapalı yüzme havuzlarında ise ortam sıcaklığı havuz su sıcaklığından 2-3°C daha fazla olduğu için  $Q_k = 20$  kcal/m<sup>2</sup>h almanın yeterli olduğu belirtilmiştir [5, 8].

#### 3.7. İlk Isıtma Isı Gereksinimi Hesabı ( $q_d$ ) (Heating Energy Need for First Heating)

Havuz suyu su kaynağından doğrudan kullanılmamaktadır. Bu nedenle suyun ısıtılması gereklidir. Bu işlem için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir [5, 6].

$$Q_d = (A \cdot Q_m) + (1000 \cdot V \cdot C_p \cdot (t_h - t_b) / h_d) \quad (13)$$

Burada;

- A : Havuz yüzey alanı (m<sup>2</sup>)
- $Q_m$  : Duvar ısı kaybı (20 kcal/m<sup>2</sup>h alınabilir)
- V : Havuz suyu hacmi (m<sup>3</sup>)
- $C_p$  : 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)

### 4. BASINÇ DÜŞÜŞÜ KAYIPLARI (PRESSURE LOSSES)

Tesilat projelendirilmesi yapılarak tesiste belirlendikten sonra boru çapı belirlenmesi hesaplarının yapılması gerekmektedir. Hesaplama programında kullanılan boru çapı hesaplaması, T-bağlantılar ve dirsekler için geçerli formüller için çeşitli makale ve kitaplar kullanılmıştır [10, 11, 12, 13, 14]. Dolaşım sisteminde kullanılan pompa için gerekli veriler [14] numaralı kaynaktan alınmıştır. Ancak bu hesaplamaları diğer tesisatlarda da benzer şekilde yaygın olarak kullanıldığı için burada yer verilmemiştir.

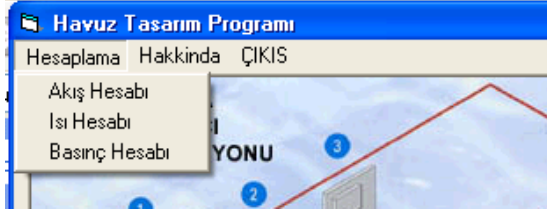
### 5. HAVUZ TASARIM PROGRAMI (POOL DESIGN PROGRAM)

Öncelikle kullanılacak eşitlikler belirlendikten sonra Visual Basic programı ile hesaplamaları kolaylaştıracak görsel bir yazılım geliştirilmiştir.

Havuz tasarımı ve projelendirilmesinde kullanılmak üzere tasarladığımız ve Havuz Tasarım Programı olarak isimlendirdiğimiz program üç kısımdan oluşmaktadır. Hesaplamalar üç kategoride incelenmiştir;

1. Debi (Akış) Hesabı
2. Isı Hesabı
3. Basınç Hesabı

Bu hesaplamalar için kullanılan menü Şekil 1'de verilmiştir. Hesaplama kısımları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 1. Havuz Tasarım Programı hesaplama menüsü (Pool Design Program calculations menu)

### 5.1. Debi (Akış) Hesabı (Flow Rate Calculations)

Akış Hesabı olarak tanımlanan bölümde havuzun geometrik tasarımı ile ilgili bilgiler veri olarak girilmektedir. Öncelikle Hesaplar menüsünden Akış Hesabı seçilir. Bilgisayar ekranında açılan pencereye veri girişi yapılır. 'Hesapla' butonuna tıklandığında tasarım ile ilgili yüzme havuzu için gerekli minimum su dolaşım debisi, denge deposu minimum su hacmi, havuz tabanında bulunan belseme giriş ağızlarının sayısı ve debisi, gerekli filtre sayısı hesaplanır. Verilerin ve sonuçların bir arada gösterildiği akış hesabı penceresi Şekil 2'de verilmiştir. Giriş ağızlarının sayısına göre havuzun içerisindeki tesisatın çizimi gerçekleştirilir. Tesisat projesine göre basınç kaybının en yüksek olduğu kritik hat seçilir. Bu yazılımda görsel olarak kritik hattın çizimine değinilmemiştir. Havuz ile ilgili bu hesaplamalar 'Ana Sayfaya Dön' butonuna tıklandığında 'akis.txt' isimli dosyaya kaydedilir (Ek 1).

Şekil 2. Akış Hesabı penceresi (Flow calculations window)

### 5.2. Isı Hesabı (Heating Calculations)

Bir sonraki adım Isı Hesabı olarak isimlendirilen kısımdır. Isı Hesabı penceresinde havuz suyu, ortam sıcaklığı ve pencerede gösterilen tasarım ile ilgili bütün diğer değerler girilir. Havuzun su yüzeyinden olan taşınım, ışınım, buharlaşma ısı kayıpları, ısı kazançları, normal işletme ısı gereksinimi, ilk ısıtma ısı gereksinimi sonuçları hesaplanır (Şekil 3). Bu da havuz için seçilecek kazan ve/veya ısı değiştiricilerinin kapasitelerinin belirlenmesinde yardımcı olacaktır. Havuz suyunun ısıtılması ile ilgili hesaplamalar için 'Hesapla' butonuna tıklandıktan sonra 'Ana Sayfaya Dön' butonuna tıklandığında sonuçlar 'isi.txt' isimli dosya olarak sabit diske kaydedilir (Ek-2).

### 5.3. Basınç Hesabı (Pressure Loss Calculations)

Programın son kısmında ise tesisat ile ilgili boyutlandırma ve pompa seçimi için gerekli hesaplamalar yapılacaktır. Bu kısım ise 'Basınç Hesabı' olarak isimlendirilmiştir. Basınç Hesabı penceresi açıldığında ilk olarak hesaplanmış olan ve çizilmiş olan tesisat projesi üzerinden kritik hat boru uzunlukları ve her bir boru parçasından geçen debi ve seçilecek boru tipi için ortalama boru sürtünme katsayısı girilir. 'Seç' butonuna tıklanarak boru içerisindeki hız, boru çapı ve borudaki basınç kayıp değerleri hesaplanır. Aynı işlem düz boru parçaları için tekrarlanır. Her bir 'Seç' işleminde pencerenin sağ tarafındaki boşlukta her birinin sonuçları listelenir (Şekil 4). Düz borular ile ilgili hesapların yapılması tamamlanınca 'İleri' butonuna tıklanarak bir sonraki pencereye geçilir. Açılan pencere T-bağlantılar ve dirsekler için hesaplamalar yapılır. Bu pencerede T bağlantı için doğrusal yöndeki ve kol yönündeki debiler girilir ve basınç kayıp değeri otomatik olarak hesaplanır. Dirseklerin

**Isı Hesabı**

Reset

**Parametreler**

Havuz Suyu Sıcaklığı (C): 24

Çevre Hava Sıcaklığı (C): 20

Su Yüzeyindeki Hava Hızı (m/s): 0.6

Su Yüzeyindeki Doymuş Havanın İçinde Bulunduğu Su Miktarı (kg/kg kuru hava): 0.019

Çevre Sıcaklığı ve Bağlı Neminde Havanın İçinde Bulunduğu Su Miktarı (kg/kg kuru hava): 0.0085

Havuz Suyu Sıcaklığında Suyun Buharlaşma Isısı (kcal/kg): 580

Su Özgül Isısı (kcal/kg.C): 1

Besleme Suyu Sıcaklığı (C): 10

Duvar Isı Kaybı (kcal/m<sup>2</sup>.h): 20

İlk Isıtma Süresi (h): 48

Eşanjör Emniyet Etkeni (%): 13

İletişim Katsayısı (kcal/m<sup>2</sup>hC): 5

Sıcaklık Çarpanı (C): 1

**Veriler**

Su Yüzeyinden Taşınım ile Isı Kaybı (Qt, kcal/m<sup>2</sup>h): 9,43

Su Yüzeyinden Işınım ile Isı Kaybı (Qi, kcal/m<sup>2</sup>h): 20,

Su Yüzeyinden Buharlaşma ile Isı Kaybı (Qb, kcal/m<sup>2</sup>h): 221,68

Besleme Suyu Isı Gereksinimi (Qe, kcal/m<sup>2</sup>h): 5,35

Sıçrama ve Tazeleme Suyu Isı Gereksinimi (Qs,kcal/m<sup>2</sup>h): 10

Güneş Işınımı ile Isı Kazancı (Qg, kcal/m<sup>2</sup>h): 150

Su Yüzeyinden Taşınım ile Isı Kazancı (Qk, kcal/m<sup>2</sup>h): 20

Toplam Isı Kazancı-Kayıbı (Qç, kcal/m<sup>2</sup>h): 256,

Normal İşletme Isı Gereksinimi (Qn, kcal/h): 390528,

İlk Isıtma Isı Gereksinimi Hesabı (Qd, kcal/h): 814500,

Isı Gereksinimi (Qd, kcal/h): **814500**

Havuz Tipi:  Kapalı Havuz  Açık Havuz

Havuz Özelliği:  Isıtılan  Isıtılmayan

Hesapla

Ana Sayfaya Dön

Şekil 3. Isı Hesabı penceresi (Heat calculations window)

**Basınç Hesabı 1 : Düz Borulardaki Toplam Kayıp Hesabı**

Reset

**Tek Boru İçin**

Debi (m<sup>3</sup>/h): 14.4

Boru Uzunluğu (mm): 2500

Boru Sürtünme Katsayısı: 0

Seç

Borudaki Hız (m/s): 1.86962061538817

Boru Çapı (mm): 50

Borudaki Kayıp (mm): 0.36539302896305

Düz Borulardaki Toplam Kayıp (mSS): **1.36862**

**Düz boru için :**

Debi (m<sup>3</sup>/h) = 3.6

Boru Uzunluğu (mm)= 2500

Boru Hızı (m/s) = 1.5786011795207

Boru Çapı (mm) = 32

Sürtünme Faktörü(Katsayısı) = 2.13211542815763E-0

Borudaki Kayıp (mSS) = 0.476769231158637

-----

**Düz boru için :**

Debi (m<sup>3</sup>/h) = 7.2

Boru Uzunluğu (mm)= 2500

Boru Hızı (m/s) = 1.964871245917

Boru Çapı (mm) = 40

Sürtünme Faktörü(Katsayısı) = 1.92631806045814E-0

Borudaki Kayıp (mSS) = 0.526459165899064

-----

**Düz boru için :**

Debi (m<sup>3</sup>/h) = 10.8

Boru Uzunluğu (mm)= 2500

Boru Hızı (m/s) = 1.86962061538817

İleri >>

Şekil 4. Düz borularda basınç kaybı hesaplama penceresi (Pressure loss calculations window for pipes)

hesaplanmasında ise boru içerisinde akan akışkan debisi girilerek hesaplamalar programa yaptırılır. Burada T-bağlantı kollarındaki debilere göre hesaplamalar yapılarak basınç kayıpları belirlenir. Sonrasında her dirsekten geçen debi değerleri girilerek dirseklerdeki basınç kayıpları hesaplanır (Şekil 5). Daha sonra

‘İleri’ butonuna tıklanarak gerekli pompa gücünün hesaplandığı son pencereye geçilir. Bu pencerede kritik hattaki düz borulardaki ve boru hattındaki dirsek ve T-bağlantılardaki toplam kayıplar daha önceki pencere, filtrelerdeki basınç kayıpları, ısı değiştiricisindeki basınç kaybı, havuzun su seviyesi-

**Şekil 5.** Boru bağlantıları ve dirseklerdeki basınç kaybı hesaplama penceresi (Pressure loss calculations window for fittings and elbows)

nin pompa emme noktasına olan yükseklik değerleri girilir. 'Hesapla' butonuna tıklanarak pompanın basma yüksekliği ve pompa için gerekli motor gücü hesaplanır (Şekil 6). Kayıp katsayıları akışkanlar mekaniği kitabı [10] kullanılarak türetilmiştir. Bu işlemler bitirildiğinde 'Ana Sayfaya Dön' butonuna tıklanır ve sonuçlar 'basinc.txt' isimli dosyaya kaydedilir.

İşlemler tamamlandığında ÇIKIŞ menüsüne tıklanarak çıkarılır.

**Şekil 6.** Toplam basınç kaybı hesaplama penceresi (Total pressure loss calculations window)

## 6. SONUÇ (CONCLUSIONS)

Yüzme havuzlarına artan bir talep bulunmaktadır. Bu çalışmada bir havuz tasarımında tasarımcının gerekli duyduğu verileri elde etmesini kolaylaştıracak ve hızlandıracak bir görsel yazılım geliştirilmiştir. Hesaplanması vakit alan yüzme havuzu su tesisat tasarımında kullanılacak temel değerler kolay bir şekilde hesaplanmaktadır.

Bu çalışma gelişmiş bir yüzme havuzu tasarımı programının ilk kısımlarını oluşturmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda ise daha gelişmiş formüller ile hesaplamalar yapılacak, filtreleme, şartlandırma ve iklimlendirme ile ilgili modüller de eklenecek ve program daha kullanıcı dostu olarak geliştirilecektir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. TS 11899, 'Yüzme Havuzları – Suyun Hazırlanması Teknik Yapım, Kontrol, Bakım ve İşletmesi İçin – Genel Kurallar', Nisan 2007.
2. Erkoç, N., 'Havuzların Mimari Planlamasında Temel İlişkiler', **Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı**, sf. 37-49, İstanbul, Şubat, 1999.
3. UHE-2 Talimatı, 'Özel Yüzme Havuzları İçin UHE Talimatı', **Ulusal Havuz Enstitüsü Derneği**, 1997.
4. Havuz Tesisatı –Yüzme Havuzu Yapımı İçin Esaslar–, **TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını No. MMOP/2003/298-2**, İstanbul, 2003.
5. Özyaman, C., 'Isıtılan Yüzme Havuzlarında Isıtma Yükü Hesabı ve Isıtıcı Seçimi', **VI. Ulusal**

**Tesilat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi,**  
TESKON-2003, İzmir, Ekim 2003.

6. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Sıhhi Tesilat Proje Hazırlama Teknik Esasları-Yayın No:12, İstanbul
7. Akbulut, U., Kıncay, O., Köşker, F., 'Güneş Enerjisinin Kapalı Olimpik Yüzme Havuzlarında Kullanımı-I', **TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesilat Mühendisleri Dergisi**, sayı 96, 11-20, 2007.
8. Kakac, S., **Örneklerle Isı Transferi**, ODTÜ Yayınları, 1990.
9. Ünsal, M., **Solar Tables**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Gaziantep Kampusu, 1980.
10. Bulca, C., Pompa ve Hidrofor Sistemlerinde Kullanılan Sürtünme Kaybı Hesap Metotları, **Tesilat Dergisi**, Eylül 2004. (<http://www.alarko-carrier.com.tr/Yayin/Makaleler/MakaleCBulca.pdf>)
11. Fox, R.W., McDonald A.T., **Introduction to Fluid Mechanics**, SI version, John Wiley and Sons. Inc, 1994.
12. Munson, B.R., Young, D.F., Okiishi, T.H., **Fundamentals of Fluid Mechanics**, John Wiley and Sons, 2002.
13. Sıhhi Tesilat, Isısan Çalışmaları No.147, İstanbul, 1997.
14. Bölükbaşıoğlu, S., Bölükbaşıoğlu, S., 'Yüzme Havuzlarının Mekanik Tesilatı İçin Proje Hazırlama Esasları', 2005. ([http://www.teknikyayincilik.com/tablolalar/dosyalar/havuz\\_mek\\_tes\\_pro.doc](http://www.teknikyayincilik.com/tablolalar/dosyalar/havuz_mek_tes_pro.doc))

**EKLER (APPENDIX)**

**Ek-1. akis.txt dosyasının içeriği**

AKIŞ PARAMETRELERİ:

Uzunluk (m):50  
Genişlik (m):27  
Derinlik (m):2  
Tüm Havuz Suyunun Filtrelenerek Devretme Süresi (h):5  
Kişi Başlı Su Alanı (m<sup>2</sup>):5.4  
Seçilen Filtrenin Kesit Alanı (m<sup>2</sup>):2

AKIŞ VERİLERİ:

Havuz Yüzey Alanı (m<sup>2</sup>):1350.  
Havuz Suyu Hacmi (m<sup>3</sup>):2700.  
Dolasım (Sirkülasyon) Debisi (m<sup>3</sup>/h):540.  
Denge Deposunda Bulunması Gereken Minimum Su Hacmi (m<sup>3</sup>):53.68  
Besleme Giriş Agzı (Nozul) Sayısı (Adet):150  
Besleme Giriş Agzı (Nozul) Debisi (m<sup>3</sup>/h):3.6  
Filtre Sayısı (Adet):8

-----  
-----

**Ek-2. isi.txt dosyasının içeriği**

ISI PARAMETRELERİ

Havuz Suyu Sıcaklığı (C):24  
Çevre Hava Sıcaklığı (C):26  
Su Yüzeyindeki Hava Hızı (m/s):0.6  
Su Yüzeyindeki Doymuş Havanın İçinde Bulundurduğu Su Miktarı (kg/kg kuru hava):0.019  
Çevre Sıcaklığı ve Bağlı Neminde Havanın İçinde Bulundurduğu Su Miktarı (kg/kg kuru hava):0.0085  
Havuz Suyu Sıcaklığında Suyun Buharlaşma Isısı (kcal/kg):580  
Su Özgül Isısı (kcal/kg.C):1  
Besleme Suyu Sıcaklığı (C):10  
Duvar Isı Kaybı (kcal/m<sup>2</sup>.h):20  
İlk Isıtma Süresi (h):48  
Eşanjör Emniyet Etkeni (%):13  
İletişim Katsayısı (kcal/m<sup>2</sup>.hC):5  
Sıcaklık Çarpanı (C):1

ISI VERİLERİ

Su Yüzeyinden Taşınım ile Isı Kaybı (Qt, kcal/m<sup>2</sup>.h):-4.72  
Su Yüzeyinden Işınım ile Isı Kaybı (Qı, kcal/m<sup>2</sup>.h):-10.  
Su Yüzeyinden Buharlaşma ile Isı Kaybı (Qb, kcal/m<sup>2</sup>.h):221.68  
Besleme Suyu Isı Gereksinimi (Qe, kcal/m<sup>2</sup>.h):5.35  
Sıçrama ve Tazeleme Suyu Isı Gereksinimi (Qs, kcal/m<sup>2</sup>.h):10  
Güneş Işınımı ile Isı Kazancı (Qg, kcal/m<sup>2</sup>.h):150  
Su Yüzeyinden Taşınım ile Isı Kazancı (Qk, kcal/m<sup>2</sup>.h):20  
Toplam Isı Kazancı-Kayıpı (Qç, kcal/m<sup>2</sup>.h): 257.03  
Normal İşletme Isı Gereksinimi (Qn, kcal/h): 392099.27  
İlk Isıtma Isı Gereksinimi Hesabı (Qd, kcal/h):814500.  
Isı Gereksinimi (Qd, kcal/h): 814500

-----  
--

**Ek-3. basinc.txt dosyasının içeriği**

BASINÇ HESABI:

Düz Borulardaki Kayıp:

Düz boru için:

Debi (m<sup>3</sup>/h) = 3.6  
Boru Uzunluğu (mm) = 2500  
Boru Hızı (m/s) = 1.5786011795207  
Boru Çapı (mm) = 32  
Sürtünme Faktörü(Katsayısı) = 2.13211542815763E-02



Borudaki Kayıp (mSS) =  
0.476769231158637

Düz boru için:  
Debi (m<sup>3</sup>/h) = 7.2  
Boru Uzunluğu (mm) = 2500  
Boru Hızı (m/s) = 1.964871245917  
Boru Çapı (mm) = 40  
Sürtünme Faktörü (Katsayısı) =  
1.92631806045814E-02  
Borudaki Kayıp (mSS) =  
0.526459165899064

(Kritik hattaki tüm boru parçalarının hesapları alt alta kaydedilir.)

Düz Borulardaki Toplam Kayıp (mSS) =  
3.72003125285171

Bağlantı Elemanlarındaki Kayıp:

Te Bağlantılardaki Toplam Kayıp:

Doğrusal Yön İçin:  
Debi = 3.6  
Çap = 32  
Hız = 1.5786011795207  
Kayıp katsayısı = 0.15  
Kayıp = 1.90518477368818E-02

Kol Yönü İçin:  
Debi = 3.6  
Çap = 32  
Hız = 1.5786011795207  
Kayıp katsayısı = 0.7  
Kayıp = 8.89086227721151E-02

(Kritik hattaki tüm T ve dirsek parçalarının hesapları alt alta kaydedilir.)

Te Bağlantılardaki Toplam Kayıp =  
3.29202656057564

90° Dirseklerdeki Toplam Kayıp:

90° Dirsek için:  
Debi = 3.6  
Çap = 32  
Hız = 1.5786011795207  
Kayıp katsayısı = 0.31  
Kayıp = 3.93738186562224E-02

(Kritik hattaki tüm T ve dirsek parçalarının hesapları alt alta kaydedilir.)

90° Dirseklerdeki Toplam Kayıp =  
9.77160825545159E-02

Boru Bağlantı Elemanlarındaki Toplam  
Kayıp = 3.38974264313015

Düz Borulardaki Toplam Kayıp (mSS)

=3.72003

Boru Bağlantılarındaki Toplam Kayıp

(mSS) =3.38974

Filtre Basınç Kaybı (mSS) =5  
Filtre Üst Basınç Kaybı (mSS) =2  
Eşanjör Basınç Kaybı (mSS) =3  
Havuz Su Seviyesi İle Pompa Emme  
Eksenleri Arasındaki Manometrik Su  
Yüksekliği (mSS) =2

Dolasım (Sirkülasyon) Debisi (m<sup>3</sup>/h)  
=540

Pompa Verimi (%) =75

Yük Kayıplarını Karşılama İçin  
Pompanın Suyu Verdiği Yük (mSS)

=19.11

Pompa Motorunun Gücü (kW) =37.49