



T.C.  
Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

YÜZME HAVUZLARININ  
HAVALANDIRMASI VE ISI GERİ  
KAZANIMIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE  
ETKİSİ

Saffet Münir PEKER

Yüksek Lisans Tezi



**YÜZME HAVUZLARININ HAVALANDIRMASI VE ISI  
GERİ KAZANIMIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

**Saffet Münir PEKER**



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜZME HAVUZLARININ HAVALANDIRMASI VE ISI GERİ KAZANIMIN  
ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

**Saffet Münir PEKER**

Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2018

## TEZ ONAYI

Saffet Münir PEKER tarafından hazırlanan “Yüzme Havuzlarının Havalandırması ve Isı Geri Kazanımın Enerji Verimliliğine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ

**Başkan** : Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ

İmza 

**Üye** : Prof. Dr. Ömer KAYNAKLI

İmza 

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Kemal Furkan Sökmen

İmza 

Yukarıdaki sonucu onaylarım



**Prof. Dr. Ali BAYRAM**

Enstitü Müdürü

11.9.2018

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

10.03.2018

  
İmza

**Saffet Münir PEKER**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YÜZME HAVUZLARININ HAVALANDIRMASI VE ISI GERİ KAZANIMIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

**Saffet Münir PEKER**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ

Günümüzde yaşam standartları arttıkça insanların konfor ihtiyaçları da git gide önem arz etmektedir. İnsanların kullandığı mekânların konfor şartlarını sağlamak için geliştirilen birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler de gelişen teknoloji ile birlikte gelişmektedir. Bu çalışmada bir sosyal tesisin kapalı yüzme havuzunun havalandırma sistemi tasarlanmış, ortam neminin alınmasındaki öneme vurgu yapılmış, ortam nemine göre gerekli hava debisi hesaplanmış, mahal ısı kayıpları ile birlikte taze hava debisinden gelen ısıtma yükü belirlenmiştir. Isıtma yükü hesabı, ısı geri kazanımlı ve ısı geri kazanımsız olarak yapılmıştır. Ayrıca çalışmanın çizimleri ve hesapları uluslararası kabul gören AutoCAD ve Hourly Analysis Program ile yapıp elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Matematiksel modelleme ile elde edilen sonuçlar program sonuçlarıyla kıyaslanmış ve %2 lik bir sapma belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ısı geri kazanımlı ve ısı geri kazanımsız hesaplar değerlendirildiğinde, ısıtma bataryası kapasitesi farkının ise 31,5 kW olduğu görülmüştür. Isı geri kazanım kullanılmaması durumunda batarya kapasitesinin yaklaşık iki kat arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Havalandırma, ısı geri kazanım, nem alma, enerji verimliliği

**2018, ix + 78 sayfa.**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **VENTILATION OF SWIMMING POOLS AND EFFECTIVENESS OF ENERGY EFFICIENCY OF HEAT RECOVERY**

**Saffet Münir PEKER**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Mechanical Engineering

**Supervisor:** Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ

Today, as the standard of living increases, people's comfort needs are becoming more and more important. There are many ways to improve the comfort conditions of people's places. These methods are also developing with developing technology. In this study, a ventilation system of a closed swimming pool of a social facility was designed, emphasis was placed on the removal of the ambient water, the required air flow was calculated according to the ambient humidity, the heat load from the fresh air flow was determined together with the room temperature losses. Heating load account is made with heat recovery and without heat recovery. In addition, the drawings and calculations of the study were compared with the results of the internationally accepted AutoCAD and Hourly Analysis Program. The results obtained by mathematical modeling are compared with the program results and a deviation of 2% is determined. When the heat recovery and non-heat recovery calculations are evaluated as the result of the study, it is seen that the heating battery capacity difference is 31.5 kW. It has been determined that if the heat recovery is not used, the battery capacity will increase about twice.

**Key words:** Ventilation, heat recovery, dehumidification, energy efficiency

**2018, ix + 78 pages.**

## TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi'ndeki eğitimim boyunca engin bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, tez çalışmamı yöneten Öğretim Üyesi Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Nurettin YAMANKARADENİZ'e, bu süreçte kıymetli görüşlerini aldığım Hocam Prof. Dr. Recep YAMANKARADENİZ'e, tezimin tamamlanmasında emekleri geçen sevgili Abim Hamit MUTLU ve çalışma arkadaşlarım Salih Bahadır GÖÇMEN, Alper TAŐKIN, benden desteğini asla esirgemeyen ve bu günlere getiren Annem Nurhayat PEKER, Babam Dr. Hidayet PEKER ve değerli Kardeşim Merve PEKER'e, beni her zaman destekleyen ve yanımda olan biricik Eşim Tuğçe PEKER'e çok teşekkür ederim.

Saffet Münir PEKER

10.09.2018



## İÇİNDEKİLER

|   | Sayfa |
|---|-------|
| ÖZET .....  | i     |
| ABSTRACT.....   | ii    |
| TEŞEKKÜR.....   | iii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                                   | vi    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....  | viii  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....  | ix    |
| 1. GİRİŞ .....  | 1     |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....                       | 4     |
| 2.1. Kuramsal Temeller.....   | 4     |
| 2.1.1. Isı geçişi .....   | 4     |
| 2.1.2. Nem geçişi.....  | 5     |
| 2.1.3. Yoğuşma.....   | 5     |
| 2.1.4. Plaka yüzeyinde sıcaklık dağılımı.....                         | 5     |
| 2.2. Verimlilik .....   | 6     |
| 2.3. Hava Akımı ve Sızıntılar.....                                    | 7     |
| 2.4. Yapısal Özellikler.....  | 8     |
| 2.4.1. Çapraz akış .....  | 8     |
| 2.4.2. Zıt akış.....  | 9     |
| 2.4.3. Plaka malzemeleri .....  | 10    |
| 2.4.4. Plaka tipleri ve seriler.....                                  | 10    |
| 2.4.5. Plakaların birleştirilmesi .....                               | 10    |
| 2.4.6. Plaka aralıkları.....  | 11    |
| 2.4.7. Çerçevesel.....  | 11    |
| 2.4.8. Köşe profilleri .....  | 11    |
| 2.4.9. Susturucu etkisi .....   | 12    |
| 2.5. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma (IGKH).....                      | 12    |
| 2.5.1. Reküperatif eşanjörler .....                                   | 14    |
| 2.5.2. İkinci akışkanlı ısı transfer ekipmanları .....                | 16    |
| 2.5.3. Rejeneratif eşanjörler .....                                   | 17    |
| 2.6. Kapalı Yüzme Havuzlarının Tasarım Koşullarının İncelenmesi ..... | 19    |
| 2.6.1. Kapalı yüzme havuzlarının genel özellikleri.....               | 19    |
| 2.6.2. Kapalı yüzme havuzlarında havalandırma sistemi.....            | 22    |
| 2.6.3. Kapalı yüzme havuzlarında nem miktarı .....                    | 25    |
| 2.7. Kaynak Araştırmaları.....  | 27    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....   | 30    |
| 3.1. Örnek Projenin Tanıtılması .....                                 | 30    |

|  |    |
|--|----|
| 3.2. Projenin Yapı Elemanları .....  | 34 |
| 3.3. Isı Geçirme Katsayısının Hesaplanması.....                            | 39 |
| 3.4. Isıtılacak Hacimlerdeki Toplam Isı Kaybı.....                         | 39 |
| 3.5. İletimsel Isı Kaybı.....  | 40 |
| 3.6. Birleştirilmiş Artırım.....   | 40 |
| 3.7. Yön Artırımı.....   | 41 |
| 3.8. Kat Artırımı.....   | 42 |
| 3.9. Kapalı Yüzme Havuzlarında Nem Miktarının Hesaplanması.....            | 42 |
| 3.10. Gerekli Hava Debisinin Hesaplanması.....                             | 43 |
| 3.11. Isıtıcı Batarya Kapasitesinin Hesaplanması .....                     | 44 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....  | 45 |
| 4.1. İletimsel Isı Kaybı .....   | 45 |
| 4.1.1. Dış duvarlardan olan ısı kaybı.....                                 | 45 |
| 4.1.2. Çatıdan olan ısı kaybı.....   | 46 |
| 4.1.3. Tabandan olan ısı kaybı.....  | 47 |
| 4.1.4. Isıtılacak hacimdeki toplam ısı kaybı.....                          | 47 |
| 4.2. Buharlaştıran Su Miktarı.....   | 47 |
| 4.3. Gerekli Hava Debisinin Hesaplanması.....                              | 48 |
| 4.4. Isıtıcı Batarya Kapasitesi.....                                       | 49 |
| 4.4.1. Isı geri kazanım kullanılmaması durumunda.....                      | 49 |
| 4.4.2. Isı geri kazanım kullanılması durumunda .....                       | 49 |
| 4.5. Örnek Proje Hesaplarının Bilgisayar Destekli Programda Yapılması..... | 51 |
| 4.6. Isı Geri Kazanımsız Durumda Program Özeti.....                        | 56 |
| 4.7. Isı Geri Kazanımlı Durumda Program Özeti.....                         | 58 |
| 4.8. Isı Geri Kazanım Ünitesi Amortisman Süresi Hesabı.....                | 59 |
| 5. SONUÇ .....   | 62 |
| KAYNAKLAR.....   | 64 |
| EKLER .....  | 65 |
| EK 1.....  | 66 |
| EK 2 .....   | 71 |
| EK 3.....  | 76 |
| ÖZGEÇMİŞ .....   | 77 |

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

| Simgeler        | Açıklama                                     |
|-----------------|--|
| %RH             | Bağıl nem                                    |
| P               | Basınç                                       |
| $\lambda_1$     | Birinci yapı bileşeni ısı iletim katsayısı   |
| $d_1$           | Birinci yapı bileşeni kalınlığı              |
| W               | Buharlaştıran su miktarı                     |
| J               | Buharlaştırma katsayısı                      |
| $\alpha_d$      | Dış ortam ısı taşınım direnci                |
| $X_s$           | Havuz suyu sıcaklığındaki havanın özgül nemi |
| k               | Isıl iletkenlik                              |
| $\alpha_i$      | İç ortam ısı taşınım direnci                 |
| $\lambda_2$     | İkinci yapı bileşeni ısı iletim katsayısı    |
| $d_2$           | İkinci yapı bileşeni kalınlığı               |
| CO <sub>2</sub> | Karbondiyoksit                               |
| K               | Kelvin                                       |
| kg              | Kilogram                                     |
| m               | Metre  |
| mm              | Milimetre                                    |
| Pa              | Pascal                                       |
| h               | Saat   |
| $X_r$           | Salon havasının özgül nemi                   |
| s               | Saniye                                       |
| °C              | Santigrat derece                             |
| $\Delta T$      | Sıcaklık farkı                               |
| U               | Toplam ısı geçiş katsayısı                   |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| F | Toplam ısı geçiş yüzeyi |
| Q | Transfer edilen enerji  |
| W | Watt                    |

### **Kısaltmalar Açıklama**

|         |   |
|---------|---|
| AHU     | Air Handling Unit                               |
| LA      | Dıştan İçe ya da Ters Yönde Oluşan Kaçaklar     |
| RA      | Dönüş Havası                                    |
| CC      | Dönüş Havasından Gidiş Havasına Karışan Havalar |
| EA      | Egzost Havası                                   |
| EN 1751 | European Standard 1751                          |
| EN 308  | European Standart 308                           |
| HVAC    | Heating Ventilating Air Conditioning            |
| IGKH    | Isı Geri Kazanımlı Havalandırma                 |
| OA      | Taze Hava                                       |
| SA      | Veriş Havası                                    |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Şekil 2.1 Sıcaklık dağılımının şematik gösterimi .....                                      | 6            |
| Şekil 2.2 Hava akış ve sızıntı tanımlarının şematik gösterimi .....                         | 8            |
| Şekil 2.3 Çapraz akışın şematik gösterimi .....   | 9            |
| Şekil 2.4 Zıt akışın şematik gösterimi .....  | 9            |
| Şekil 2.5 Isı geri kazanımlı havalandırma .....   | 12           |
| Şekil 2.6 Isı borusu (heat pipe) .....  | 16           |
| Şekil 2.7 İkinci akışkan devreli ısı eşanjörü.....  | 17           |
| Şekil 2.8 Rejeneratif eşanjörlü ısı geri kazanımlı havalandırma .....                       | 18           |
| Şekil 2.9 Havuz havalandırma sistemi örneği I .....   | 23           |
| Şekil 2.10 Havuz havalandırma sistemi örneği II .....                                       | 23           |
| Şekil 2.11 Havuz havalandırma sistemi örneği III.....                                       | 24           |
| Şekil 2.12 Yanlış havuz havalandırma örneği.....  | 24           |
| Şekil 2.13 Havuz havalandırma sistemi örneği IV .....                                       | 25           |
| Şekil 2.14 Elbisesiz insan için bunaltıcı sınırı .....                                      | 26           |
| Şekil 2.15 Dış ortam sıcaklığına bağlı olarak müsaade edilen maksimum bağıl nem oranı ..... | 27           |
| Şekil 3.1 Havuz havalandırma sistemi çatı katı üst görünüş.....                             | 30           |
| Şekil 3.2 Havuz havalandırma sistemi zemin kat üst görünüş.....                             | 31           |
| Şekil 3.3 Havuz havalandırma sistemi görünüş .....  | 32           |
| Şekil 3.4 Havuz A-A sistem kesiti .....   | 33           |
| Şekil 3.5 Havuz B-B sistem kesiti .....   | 33           |
| Şekil 3.6 Yapı bileşenleri genel kesiti.....  | 34           |
| Şekil 3.7 Kondenzasyonun önlenmesi için gerekli yapı bileşeni kesiti .....                  | 35           |
| Şekil 3.8 Dış duvar yapı elemanları kesiti .....  | 36           |
| Şekil 3.9 Çatı yapı elemanları kesiti .....   | 37           |
| Şekil 3.10 Taban yapı elemanları kesiti .....   | 38           |
| Şekil 4.1 Dış hava şartlarının programda belirlenmesi.....                                  | 52           |
| Şekil 4.2 Dış duvar yapı bileşenlerinin programa girilmesi .....                            | 52           |
| Şekil 4.3 Çatı yapı bileşenlerinin programa girilmesi.....                                  | 53           |
| Şekil 4.4 Taban yapı bileşenlerinin programa girilmesi.....                                 | 53           |
| Şekil 4.5 Genel verilerin programa girilmesi.....   | 54           |
| Şekil 4.6 Duvar alanlarının programa girilmesi.....   | 55           |
| Şekil 4.7 Çatı alanının programa girilmesi.....   | 55           |
| Şekil 4.8 Taban verilerinin programa girilmesi.....   | 56           |
| Şekil 4.9 Isı geri kazanımsız ısıtıcı batarya hesabı program özeti.....                     | 57           |
| Şekil 4.10 Isı geri kazanımlı ısıtıcı batarya hesabı program özeti.....                     | 58           |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| Çizelge 2.1 Isı geri kazanım cihazlarının TS EN 308'e göre sınıflandırılması ..... | 13           |
| Çizelge 2.2 Malzeme cinslerine göre reküperatif eşanjörlerin farklılıkları .....   | 15           |
| Çizelge 2.3 Reküperatif ve rejeneratif eşanjörlerin karşılaştırılması .....        | 18           |
| Çizelge 2.4 Yüzme havuzlarında hava sıcaklıkları için kılavuz değerleri .....      | 20           |
| Çizelge 2.5 Kapalı yüzme havuzlarında buharlaşma miktarı .....                     | 21           |
| Çizelge 3.1 Birleştirilmiş artırım katsayısı .....                                 | 41           |
| Çizelge 3.2 Yön artırımı .....   | 41           |
| Çizelge 3.3 Kat artırımı.....  | 42           |
| Çizelge 4.1 Isı geri kazanımsız klima santrali özellikleri .....                   | 57           |
| Çizelge 4.2 Isı geri kazanımlı klima santrali özellikleri .....                    | 58           |

## 1. GİRİŞ

Isı geri kazanım sistemleri enerji geri kazanımı ve çevreye olan etkisi açısından çok önemlidir. Hastane, fabrika, konut, ofis vb. alanlarda rahatlıkla kullanılabilirler. İşletme maliyetlerini düşürürler, enerji geri kazanımı sayesinde verimi yüksek oranda arttırırlar ve ilk yatırım maliyetlerini kısa süre içerisinde amorti edebilirler. Hatta bazı sistemlerde ilk yatırım maliyeti açısından da ısı geri kazanım uygulamalarının daha uygun olduğu görülebilmektedir. HVAC sistemi bünyesinde klima santrali, taze hava santrali, taze hava cihazı vb. pek çok cihazda kullanılabilir. Ayrıca kanal sistemi üzerinde de gerçekleştirilebilir.

Rekuperatörler gerçekleştirilen yatırımları daha uygun ilk yatırım maliyeti ve işletme giderleri, enerjinin geri kazanımı ve yakıtların çevreye olan olumsuz etkilerini en az seviyeye indirgeyerek gerçekleştirilen yatırımı kısa süre içerisinde geri kazandırmış olurlar. Amortisman süresi genellikle 3 yıldır, ekipmanların ömürleri minimum 10 senedir (Demirel 2001).

Rekuperatörler  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $+280\text{ }^{\circ}\text{C}$  aralığında çalışabilir özelliktedir. Farklı malzemelerden üretim gerçekleştirilebilir. Alüminyum, epoksi kaplı alüminyum ve aisi 316 paslanmaz çelik malzemeden imal edilebilirler. İstenirse  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye kadar dayanabilen özel ürünler imal edilebilir. Korozif etkenlere karşı silikon içermeyen rekuperatör imal edilebilir. Farklı ortamlarda çalışacak rekuperatörler bu ortamlara uyum sağlayabilecek şekilde üretilebilirler.

Rekuperatörler farklı nitelikteki havanın karışmasına engel olur. Enerji transferini sağlayacak farklı hava akımlarının birbirlerine direk temas etmelerine imkan vermez ve hava akımları kendi içlerinde ve ayrı olarak akışına devam eder. Hava rekuperatör plakasının ön ve arka yüzeyinden geçer ve alüminyum malzeme vasıtasıyla enerji transferini yüksek verimlilikle gerçekleştirir. 248 Pa basınç farkı ortamında çapraz kirlenme oranı %0.0156 seviyelerinde gerçekleşebilir. Çapraz kirlenme oranı Eurovent

EN308 normlarında belirtilen miktardan 10 kat daha düşük olabilmektedir bu nedenle hijyenik alanlarda güvenle kullanılabilir.

Bir kapalı yüzme havuzunda ısı geri kazanımın incelenirken dikkat edilmesi gereken birkaç önemli husus vardır. Bu hususlardan biri havuz mahallindeki nem miktarıdır. Kapalı yüzme havuzlarında buharlaşan su miktarı havada ki nem oranını arttırmaktadır. Nem oranının azaltılması yani nem alma işleminin esası; mutlak nem miktarı düşük olan havanın havuz mahalline iletilmesi ve havanın nemi alarak ortamdan uzaklaştırılması işlemidir. Havuz mahalline iletilecek havanın istenilen mahal nem oranından daha düşük olmalıdır. Havuz yüzeyinde ki su buharlaşmasını tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmadığı için verimli ve en doğru nem alma sistemini kurarak nem miktarının optimize edilmesi gerekmektedir. Sistemin optimum değerde olabilmesi için sadece bu parametreler yeterli olmayacaktır. Aynı zamanda havuz mahallinin konstrüksiyonu ve havuz suyu ile mahal sıcaklıklarının da doğru tayini ile buharlaşma miktarı azaltılabilir (Şahan 1999).

Kapalı yüzme havuzlarında havalandırma ile sadece havalandırma planlanmamalıdır. Havalandırma ile aynı zamanda havuz yüzeyinde oluşan buharlaşmanın da ortamdan uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Buharlaşan suyun ortamdan uzaklaştırılmaması durumunda insan sağlığı olumsuz etkilenecektir. Ortam havasında ki yüksek nem oranı insanlarda kan dolaşımının azalması ve tansiyon gibi hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olacaktır. Hava da ki yüksek nem oranı sadece insan sağlığını etkileyen bir faktör değildir. Havuz duvar, çatı ve pencerelerinde yoğuşmaya sebep olacaktır. Bu yoğuşma ile yapı bileşenleri rutubet sonucu kullanılamaz hale gelecektir. Bu olumsuzlukların önüne geçmek için havuz havalandırması ve nem almanın planlanması gerekir. Bu işlemin yapılması için buharlaşan su miktarının hesaplanması gerekmektedir. Aynı zamanda ortam havalandırması için gerekli hava debisi de hesaplanmalıdır. Bu parametreler sonucu birçok cihaz seçimi yapılarak konfor şartları sağlanabilir. En doğru seçim nem alma özelliği olan bir klima santrali olacaktır. Bu cihaz seçimi tek başına yeterli olamayacaktır. Aynı zamanda yapı elemanlarının da doğru seçilmesi gerekmektedir. Duvar ve çatıda nem izolasyonu yapılarak nemin yapı bileşenine işlemesi önlenmelidir. Ayrıca duvar ve çatıda ısı izolasyonu da uygulanmalıdır. Tüm bu



önlemler ve tasarımlar göz önünde bulundurulurken enerji tasarrufunun da atlanmaması gerekmektedir. Havuz yüzeyinden buharlaşan suyun taşıdığı enerjiden geri kazanım yapılacağı gibi egzost havasından da ısı geri kazanım sağlanabilmektedir (Şahan 1999).

Bu çalışmada bir kapalı yüzme havuzun tasarımı ve havalandırılması, ısı geri kazanımının önemi ve enerji verimliğine olan katkısı incelenecektir.



## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Kuramsal Temeller

#### 2.1.1. Isı geçişi

Rekuperatörler apraz ve zıt akışlı olarak üretilirler. Bu tür eşanjörlerde bir yüzeyde dönüş havası diğer yüzeyde ise basma havası (temiz hava) yer alır. Isı sıcaklığın daha yüksek olduğu akışkandan sıcaklığın daha düşük olduğu akışkana doğru gerçekleşir. Dönüş havasındaki enerji basma havasına aktarılır. Hem soğutma hem de ısıtma uygulamaları için geçerli bir durumdur. Enerji plakalar vasıtasıyla taşınır. Eğer herhangi bir alanda akış kesilirse ısı transferi gerçekleşmez bunun için dönüş ve basma havasının daimi olarak devamlılığı şarttır. Rekuperatörler enerji depolayan ekipmanlar değildir sadece enerjini transfer edilmesini sağlarlar. Transfer edilen enerji:

$$Q = F * k * \Delta T \quad (2.1)$$

formülü ile hesaplanabilir. Bu formülde yer alan “k” değeri plaka etkinliği ve ısı iletkenliğine bağlı bir parametredir. 50-200 mikronluk alüminyum plakalarda “k” parametresi 20 W/m<sup>2</sup>K alınabilmektedir. Isı transferinin daha iyi olabilmesi için ısı transfer katsayısı değerinin yüksek olması gerekmektedir. Bu yüzden rekuperatörler üzerinde çalışmalar sürekli devam etmektedir. Bu nedenle plaka et kalınlığı, yüzeyi ve ısı transfer verimliliği sürekli test ve arge çalışmalarıyla geliştirilmektedir. Havanın hızının da enerji transferinde etkin bir rolü bulunmaktadır. Formülde yer alan “F” parametresi toplam ısı geçiş yüzeyini,  $\Delta T$  parametresi ise sıcaklık farkını belirtmektedir. Burada yer alan “F” parametresi rekuperatörün büyüklüğünü belirler. Aynı zamanda plaka sayısı, plaka aralıklarına göre rekuperatörün büyüklüğü değişmektedir. Bu niteliklere göre enerji transferinde pozitif veya negatif etkilere sebep olmaktadır (Şahan 2005).

### **2.1.2. Nem geçişi**

Tamamen sızdırmaz olan reküperatörlerde nemin geçişi mümkün değildir. Yaz uygulamalarında böylece havanın daha fazla nemlenmesinin önüne geçilmiş olmaktadır. Ayrıca nemin alınması istenilen uygulamalarda sisteme destek olmaktadır ve nemin yükselmesini engellemektedir.

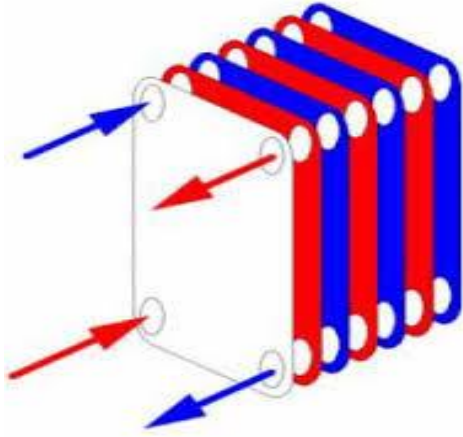
### **2.1.3. Yoğuşma**

Hava akımı içinde yer alan su buharı çiğ noktasının altına düştüğünde reküperatörde Yoğuşma meydana gelir. Yoğuşma dönüş havasında meydana gelir ve kış şartlarında yaşanan bir olaydır. Reküperatörde meydana gelebilecek yoğuşma şartları coğrafya ve bölgenin fiziki şartları göz önünde bulundurularak kontrol edilmeli ve gerekli drenaj sistemi öngörölmelidir.

Ayrıca reküperatör içerisindeki hava akış yönleri de önemlidir. Ilık havanın yukarıdan aşağıya doğru hareket etmesi önemlidir böylece yoğuşan su yer çekiminin etkisiyle daha kolay bir şekilde ekipmanın dışına tahliye edilebilir

### **2.1.4. Plaka yüzeyinde sıcaklık dağılımı**

Plakalarda geçen havanın farklı sıcaklıklarda olması nedeniyle plaka yüzeyinde farklı sıcaklık alanları oluşur (Şekil 2.1). Aşağıda yer alan şekilde ilgili bölgeler farklı renklerle ifade edilmiştir. Yoğuşmanın meydana geldiği alan en soğuk olan köşe noktasıdır. Böyle bir durumda drenajın daha doğru çalışabilmesi için bu soğuk nokta en aşağıda olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Soğuk noktayı aşağıda yer almaması durumunda su buharı üst noktalara taşınacak istenilmeyen basınç düşümleri meydana gelecektir. Yatay plakalı uygulamalarda suyun akabilmesi için plakaların 4-7° açıyla monte edilmiş olması önerilir.



**Şekil 2.1** Sıcaklık dağılımının şematik gösterimi  
(<http://www.esanjorler.com/urunpdf/>, 2018)

## 2.2. Verimlilik

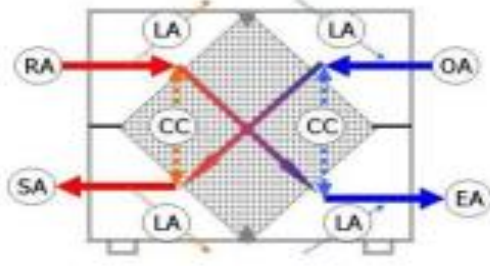
İM Limited Company verilerine göre plakalı çapraz akışlı reküperatörler de verimlilik %45-%55 arasındadır. Bazı firmaların özel üretimlerinde bu verimlilik değeri %55-%65 seviyelerine çıkarılabilmektedir. Verimlilik eşanjörün büyüklüğü ile doğru orantılı olarak değişir. Basın düşümü ile ters orantılı olarak değişmektedir. Aşırı yüksek verimli seçilmesi durumunda reküperatör ebatları çok büyüdüğü için ilk yatırım maliyetlerini gereksiz olarak artabilmektedir bu nedenle reküperatörün optimum noktada seçilmesi önem kazanmaktadır. Basınç kaybı fazla olacak şekilde seçilmesi durumunda ise motor gücünü arttıracak şekilde işletme maliyetlerinin artmasına sebep olacaktır ve işverene yüksek meblağlarda tüketime sebep olacaktır. (<http://www.esanjorler.com/urunpdf/>, 2018).

### 2.3. Hava Akımı ve Sızıntılar

HVAC uygulamalarında hava akışının doğru tanımlanması gerekmektedir. Aksi durumda uygulamada karışıklığa sebep olmaktadır (Şekil 2.2).

- OA: Taze hava
- SA: Veriş havası
- RA: Dönüş havası
- EA: Egzost havası
- CC: Dönüş havasından gidiş havasına karışan havalar
- LA: Dıştan içe ya da ters yönde oluşan kaçaklar

Aynı gibi düşünülen “OA ve SA” ile “RA ve EA” hava tanımları hacimsel debi olarak aynı olsalar bile farklı sıcaklıklardan dolayı kütleli debi anlamında aynı değildir. “CC” ve “LA” olarak ifade edilen kaçaklar verimliliği ve etkinliği azaltan unsurlardır. Isıtılan ya da soğutulan havanın cihazın dışına sızması veya dışarıdan cihazın içine girmesi şeklinde gerçekleşirler. Eğer reküperatör daha verimli hale getirilebilirse sızıntı miktarları azaltılabilir. Kaçaklar aynı zamanda enerjini israf edilmesi durumuna neden olan bir etmendir. “CC” ile ifade edilen iç sızıntılar ise çapraz kirlenmeye neden olmaktadır. Bu durum hava akımlarının karışmasına ve istenilen hijyen şartlarının olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Şartlandırılmış havanın karışması konfor şartlarını bozmaktadır dönüş havasının karışması ise enerji israfı ile birlikte havalandırmanın eksik olmasına sebep olmaktadır.



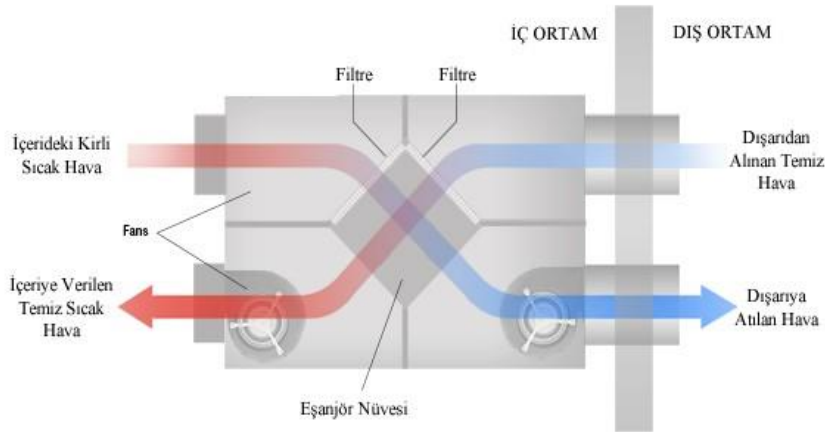
**Şekil 2.2** Hava akış ve sızıntı tanımlarının şematik gösterimi  
(<http://www.esanjorler.com/urunpdf/>, 2018).

## 2.4. Yapısal Özellikler

Rekuperatör blok halinde olan plaka demeti ile iskeleti oluşturan çerçeveden müteşekkildir. Rekuperatörler ise havanın birbirlerine karşı plaka üzerinden hareketine göre tanımlanır. Buna göre rekuperatör zıt akışlı veya çapraz akışlı olarak tanımlanır.

### 2.4.1. Çapraz akış

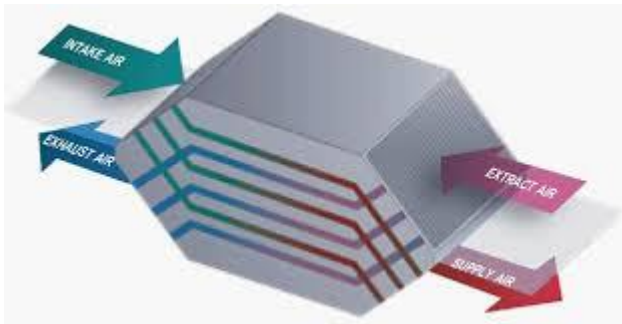
Dikdörtgen şeklindeki rekuperatörlerde hava akışı birbiri ile  $90^\circ$  açı yapıyorsa bu tip rekuperatörler çapraz akışlı olarak adlandırılır (Şekil 2.3). Rekuperatörlerin verimlilikleri %45- %65 değerleri arasında değişiklik gösterir ve optimum seçim için basınç aralığı 150 Pa- 250 Pa olarak seçilebilir. Debinin yüksek olduğu uygulamalarda plaka aralıklarının geniş tutulması gerekmektedir. Karışık akışlı rekuperatörlere nazaran daha yüksek hava debilerinde çalışmaya uygundur. Karşıt akışlı rekuperatörlere göre buzlanma ihtimali daha düşüktür. Akış yüzeyini kısa olması nedeniyle suyun tahliye imkânı daha fazladır böylece buzlanma ihtimali minimum noktaya indirgenmiş olmaktadır.



**Şekil 2.3** Çapraz akışın şematik gösterimi  
(<http://www.esanjorler.com/urunpdf/>, 2018)

#### 2.4.2. Zıt akış

Hava akışı birbirine paralelse ve zıt yönde gerçekleşiyorsa bu tür reküperatörler zıt akışlı reküperatör olarak adlandırılır (Şekil 2.4). Plaka formları altıgen yapıdadır havanın hareket ettiği mesafe daha uzun olduğu için verimleri yüksektir. Ancak bu mesafeden dolayı basınç kaybı daha fazla olmaktadır. %75- %90 aralığında verimlilikleri vardır ve 100 Pa ~ 300 Pa aralığında seçilmesi tavsiye edilmektedir. Malzeme özellikleri çapraz akışlıda olduğu gibidir ve çapraz akışlı için geçerli olan malzemeler zıt akışlı içinde düşünülebilir.



**Şekil 2.4** Zıt akışın şematik gösterimi  
(<http://www.esanjorler.com/urunpdf/>, 2018).

### **2.4.3. Plaka malzemeleri**

Uygulamalarda daha çok tercih edilen reküperatör malzemesi yüksek iletkenlikli alüminyum malzemedir. Aynı zamanda bu malzemeler 0,05mm – 0,20mm kalınlıkla alüminyum, pvc, ön boyalı alüminyum, paslanmaz çelik ve polistren (escrimo) malzemededen imal edilebilirler.

Plakalara farklı yüzey şekilleri verilerek ve/veya farklı alaşımlar kullanılarak mukavemeti yükseltilebilir. Düşük yoğunluktaki korozyona neden olabilecek yerlerde epoksi boyalı alüminyum folyolu reküperatörler, yüksek yoğunluktaki Korozif ortamlar için ise pp, paslanmaz çelik veya pvc plakalı reküperatörler kullanılır. Konfor uygulamalarındaki Reküperatörlerin çalışma sıcaklığı 280° ye kadar çıkabilir, proses uygulamalarında ise 650° e kadar kullanılabilen reküperatörler mevcuttur.

### **2.4.4. Plaka tipleri ve seriler**

Plakalar kullanılacak yer ve uygulama göz önünde bulundurularak üretilmektedir ve verim. Basınç kaybı ebatlar ve fiyatlar en uygun şartlara getirilecek şekilde dizayn edilmektedir. Plakalar mukavemeti arttıracak şekilde ve hijyenik şartların sağlanabileceği şekilde üretilmektedirler. Mümkün olduğunca yoğunlaşan suyun birikmesine neden olacak ya da partiküllerin oluşmasını sağlayacak kör noktalar barındırmazlar. Reküperatörün kirlenmesi durumunda su ya da basınçlı hava ile temizliği sağlanabilir.

### **2.4.5. Plakaların birleştirilmesi**

Plakaların birleştirilmesi robotik sistemlerle sağlanır. Bu nedenle kenet noktalarında ilave conta kullanımına gerek kalmamaktadır. Kenetlenme sayesinde kirlenme ve kaçak en aza indirgenir ayrıca mukavemeti optimum düzeyde artırılmış olur. Özel uygulamalarda 2500 ve 4000 Pa basınç dayanımlı olarak üretilirler. Basınç kaybını arttıracak ve hijyen koşullarını olumsuz etkileyecek farklı yüzey şekillerinden kaçınılır.



#### **2.4.6. Plaka aralıkları**

Plaka aralıkları seçiminde göz önünde bulundurulması gereken iki kriter hava hızı ve basınç kaybıdır. Reküperatör seçiminde verim, ebatlar kapasite ve fiyatın birlikte değerlendirilmesi seçimin daha doğru yapılmasını olanak sağlayacaktır. Maliyeti optimum düzeyde tutabilmek için plaka aralık ve ölçülerin mümkün olduğunca standarda uygun seçilmesi gerekmektedir.

Genellikle standart ürünler 1-3 hafta içerisinde iletilebilirken özel üretimler 1-5 hafta içerisinde teslim edilebilirler. Plaka aralıkları plakaların yapısı ve şekil biçimine göre gerçekleştirilir.

#### **2.4.7. Çerçevesler**

Aşındırıcı gaz uygulamalarında sac epoksi boya ile kaplanmaktadır. Çalışma sıcaklıkları açısından 200°C ye kadar kullanılabilir. Paslanmaz çelik malzemeye göre fiyatı daha uygundur. Mutfak ve yüzme havuzu uygulamalarında tercih edilirler. Aseton, propanol ve metanol vb. gazları ihtiva eden proses uygulamalarında aşındırıcı gazın yoğunluk sınırında kalması koşuluyla tercih edilebilirler. Ancak asıl uygulanması gereken malzeme aisi 316L”- “16” malzemedir. Ağır hizmet alanları için alüminyum profiller ile desteklenmiş çerçevesler kullanılır. Mukavemeti nedeniyle uzun plakaları rahatlıkla taşıyabilirler.

#### **2.4.8. Köşe profilleri**

Standart ürünler alüminyum çekme profillerden imal edilmektedir. 90° köşeli olması durumunda vida bağlantısı daha kolay gerçekleştirilebilmektedir. Bazı uygulamalarda kızıkkı-kanallı profil ile santral içindeki montajın daha kolay ve hızlı gerçekleştirilmesi sağlanabilir.

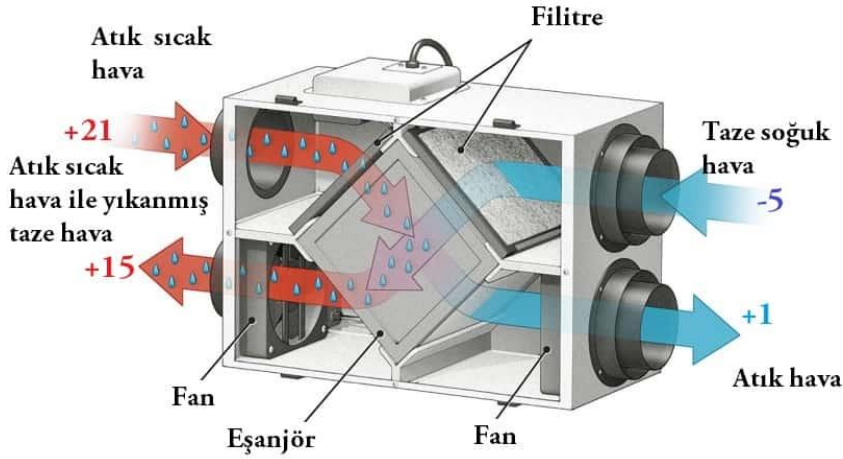
Erkek – dişi olarak uygulandığında sızdırmazlığı çok daha iyi noktalara ulaştırılabilir. Santral ve ısı geri kazanımlı taze havalandırma cihazları için bu uygulama daha uygundur kanal montajları için kullanışlı değildir. Mukavemeti arttırmak için kırık kenarlı alüminyum çekme profil kullanılır.

#### 2.4.9. Susturucu etkisi

Plakalı reküperatörler ısı geri kazanım işlevi ile birlikte ses yalıtımı da sağlarlar. Ses şiddetini önemli ölçüde düşürürler. Bazı uygulamalarda ilave susturucu kullanımını engelleyerek ilave basınç kaybının ve bu vesileyle işletme maliyetini önüne geçilmiş olur. Bu nedenle reküperatör seçiminde ses yutum özelliğinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

#### 2.5. Isı Geri Kazanımlı Havalandırma (IGKH)

Isı geri kazanımlı havalandırma konfor mahallinden dış ortama atılan hava ile dış ortamdan alınan hava arasında ısı transferi gerçekleştirilerek dış ortamdan alınan havanın istenilen konfor şartlarına daha az mekanik enerji ile getirilmesi olarak nitelendirilebilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Isı geri kazanımlı havalandırma (Şentürk ve ark. 2015)

Mahallerin konfor şartlarına getirilmesi ile ilgili kullanılan ısı geri kazanım cihazlarının TS EN 308 standardı kapsamında genel sınıflandırması Çizelge 2.1’de görülmektedir.

**Çizelge 2.1** Isı geri kazanım cihazlarının TS EN 308’e göre sınıflandırılması  
(Şentürk ve ark. 2015)

| Kategori I   | Rekuperatörler                            |
|--------------|---|
| Kategori II  | Ara bir ısı transfer akışkanı kullananlar |
|              | • Kategori II a: Faz değişimsiz cihazlar  |
|              | • Kategori II b: Faz değişimli cihazlar   |
| Kategori III | Rejeneratörler (kütle birikimli)          |
|              | • Kategori III a: Higroskopik olmayanlar  |
|              | • Kategori III b: Higroskopik olanlar     |

Isı geri kazanım cihazlarında 5 önemli özellik yer alır:

- Eşanjörler
- Aspiratör ve vantilatörler
- Dış kabuk ve kanallar,
- Filtreler
- Güç ve kontrol elemanı.

Isı geri kazanım cihazları için ilave olarak aşağıda yer alan bileşenler dahil edilebilir:

- Isıtma-soğutma serpantinleri
- By-Pass damperi
- Elektrikli ısıtıcılar
- Isı pompası
- Karışım damperi

### 2.5.1. Reküperatif eşanjörler

Isı eşanjörleri kompakt ısı eşanjörü tanımı içerisinde yer alır. İki farklı yüzeyden farklı akışkanlar geçmektedir. Metal ve plastik ünitelerden nem geçişi sağlanamamaktadır. Ancak kâğıt levhaların ardışık sıralanması ile oluşturulan ısı eşanjörleri belli bir sürede nem geçişine olanak sağlamaktadır.

Kâğıt (selüloz) eşanjörlerinde egzoz ile taze hava arasında nem transferi gerçekleşir. Böylelikle duyulur ısı geçişi ile birlikte gizli ısı transferi de sağlanmaktadır. Metal ve plastikten mamul eşanjörlerde ise gizli ısı transferi gerçekleşmemekte sadece duyulur ısı transferi gerçekleşmektedir.

Eşanjör seçilirken bazı özelliklerin göz önünde bulunması gerekmektedir. Bu özellikler hijyen şartları, eşanjörün temizlenebilir olması ve eşanjörün verimi gibi etmenlerdir. Ters-çapraz akımlı metal ısı eşanjörleri ise plastik ve kâğıttan mamul eşanjörlerden daha iyi performansa sahiptirler.

Çapraz ve ters-çapraz akımlı eşanjörler birlikte uygulanarak oluşturulan kombi eşanjörleri de yüksek verimli ekipmanlardır (Şentürk ve ark. 2015).

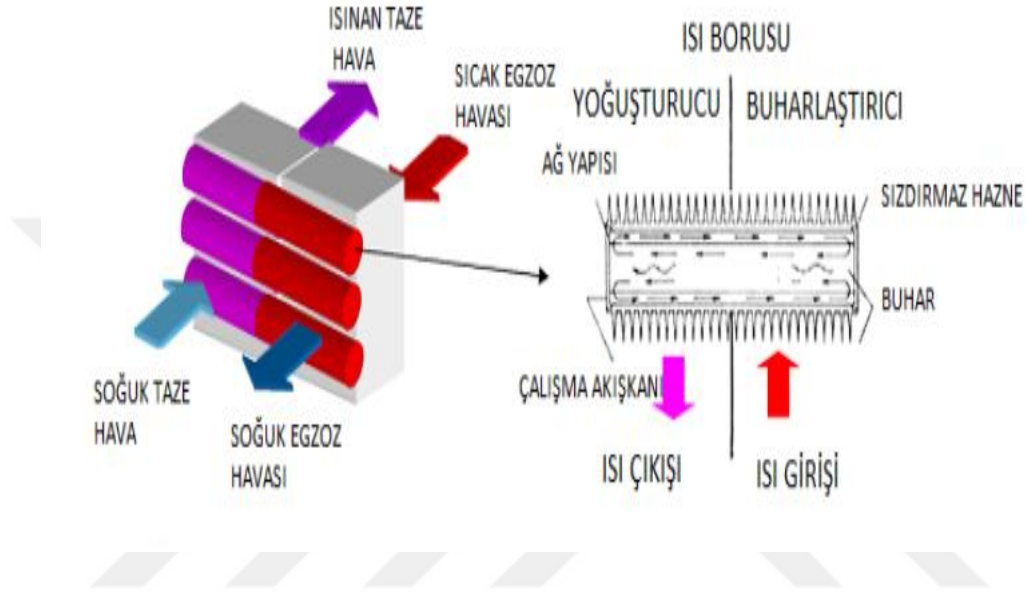
Farklı malzemelerden üretilmiş reküperatif eşanjörlerin karşılaştırılması Çizelge 2.2'de belirtilmiştir. Havalandırmanın özelliğine ve sistemin çalışacağı coğrafya ve fiziki şartlara göre ekipmanın seçilmesi önemlidir.

**Çizelge 2.2** Malzeme cinslerine göre reküperatif eşanjörlerin farklılıkları  
(Şentürk ve ark. 2015)

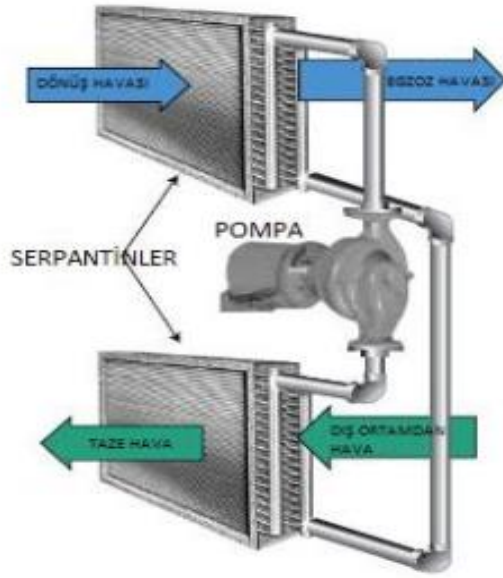
| Üstünlükler   | Zayıflıklar   |
|---|---|
| <b>Alüminyum eşanjörler</b>   |   |
| Yıkanabilir ve temizlenebilir.  | Ağırdır.  |
| İletim katsayısı ve sıcaklık verimi yüksektir.  |   |
| Mekanik olarak daha güçlüdür.   |   |
| <b>Plasik (polimer) eşanjörler</b>  |   |
| Hafiftir.   | Hava akımı nedeniyle statik elektrik birikimi oluşur. Bu, hava içindeki parçacıkların eşanjör yüzeylerinde birikmesine nedene olabilir. Sonuçta eşanjörde bakteri ve küf birikimine kadar giden sonuçlar doğabilir. |
| Yıkanabilir.  | Isı iletim katsayısı(*) ve sıcaklık verimi düşüktür.  |
| Kimyasal yapısı kararlıdır ve korozyona dayanıklıdır.   | Yüksek basınca karşı duyarlıdır.  |
| Ucuzdur.  | Ömrü kısadır.   |
| Esnektir.   |   |
| <b>Selüloz eşanjörler</b>   |   |
| Nem transferi ile gizli ısı transfer edilir.  | Yıkanamaz.  |
| Nem kontrol daha kolaydır.  |   |
| Hafiftir.   |   |
| <p>(*) Michigan Üniversitesi'nde yapılan araştırmalarla çağdaşlarından 10 kat daha yüksek ısı iletim katsayısına sahip plastiklerin geliştirilebileceği gösterilmiştir. Plastik eşanjörlerin bu yeni malzemelerle daha fazla uygulama alanı bulacağı düşünülmektedir.</p> |   |

## 2.5.2. İkinci akışkanlı ısı transfer ekipmanları

Farklı bir akışkan kullanarak ısı transferini gerçekleştiren ısı boruları (Şekil 2.6), iki kanatlı boru eşanjörleri ve arasındaki akışkan transferini gerçekleştiren pompa ve tesisat hatlarıdır (Şekil 2.7)



Şekil 2.6 Isı borusu (heat pipe) (Şentürk ve ark. 2015)

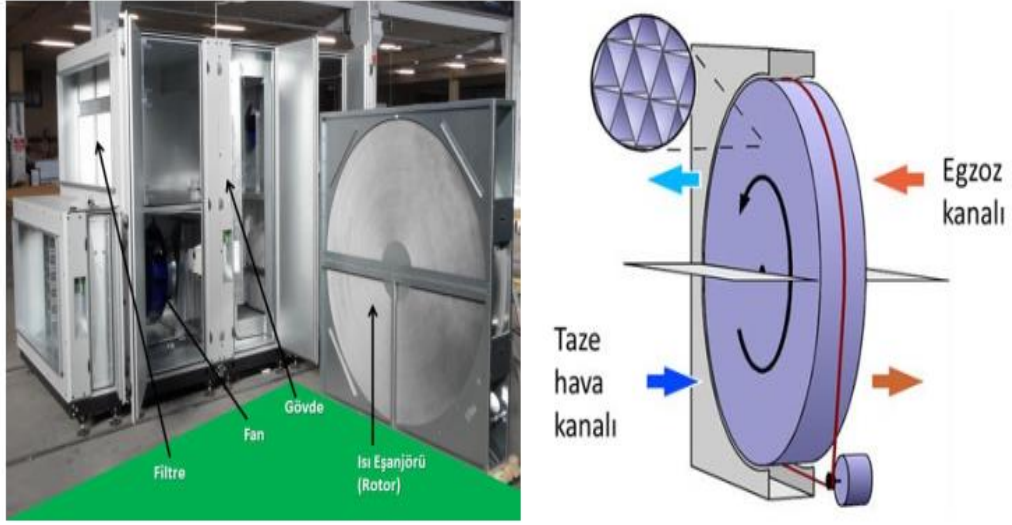


Şekil 2.7 İkinci akışkan devreli ısı eşanjörü (Şentürk ve ark. 2015)

### 2.5.3. Rejeneratif eşanjörler

Levhalı ısı değiştiriciler ile birlikte sistemlerde dönen teker (rotor) da kullanılmaktadır. Kış ayında rotor  $180^\circ$  dönerek iç kısımdan geçen egzoz havası ile ısıtılırlar (Şekil 2.19). Rotor bölümü dönüşüne devam etme sürecinde taze hava kanalına ulaştığında depoladıkları enerjiyi taze havaya iletirler (Şekil 2.8). Yaz döneminde bu sürecin tersi bir durum gerçekleşir.

Tarifi yapılmış olan süreçte tanımlanan ısı transferi, duyulur ısı transferidir. Eğer ısı tekerleği higroskopik ve sorption (adsorbsiyon veya absorpsiyon) malzemeleri ile oluşturulursa gizli ısı transferi de gerçekleştirilir. Gizli ısı transferini de gerçekleştiren ısı tekerlekleri sorption, entalpi rotoru olarak ta isimlendirilirler. Duyulur ısı transferi ile birlikte gizli ısı transferi de sağlandığı için verimleri çok daha yüksektir (Şentürk ve ark. 2015).



**Şekil 2.8** Rejeneratif eşanjörlü ısı geri kazanımlı havalandırma (Şentürk ve ark. 2015)

Isı geri kazanımlı taze hava cihazında kullanılan reküperatif ve Rejeneratif eşanjörlerin birbirlerine göre üstünlük ve zayıflıkları Çizelge 2.3’te verilmiştir:

**Çizelge 2.3** Reküperatif ve rejeneratif eşanjörlerin karşılaştırılması (Şentürk ve ark. 2015)

| Üstünlükler  | Zayıflıklar   |
|--|---|
| <b>Reküperatif eşanjörler</b>                        |   |
| Eşanjörde taze hava ve egzoz havası karışımı yoktur. | Özellikle soğuk iklimlerde donma olasılığı yüksektir. |
| Kirlilik ve koku transferi yoktur.                   | Verim düşüktür.                                       |
| <b>Rejeneratif eşanjörler</b>                        |   |
| Donma olasılığı azdır.                               | Eşanjörde taze hava ve egzoz havası karışımı vardır.  |
| Verim yüksektir.                                     | Kirlilik ve koku transferi vardır.                    |



Rekuperatif eşanjörlerde bir miktar kaçak olabilmektedir ancak taze havanın karışmasına olanak vermezler. Bu nedenle koku ve hava kirliliğine olanak vermeyen ekipmanlardır. Çok soğuk iklimlerde donma riski bulunmaktadır. Rejeneratif eşanjörlerde donma ihtimali saha az olmakla birlikte mekanik yapısından dolayı koku transferi ve kirletici durumu gerçekleşebilmektedir.

## **2.6. Kapalı Yüzme Havuzlarının Tasarım Koşullarının İncelenmesi**

### **2.6.1. Kapalı yüzme havuzlarının genel özellikleri**

Kapalı yüzme havuzlarında konforu sağlayabilmek için iklimlendirmenin planlanması gerekmektedir. İklimlendirmeyi etkileyen faktörler:

- Havuz suyu sıcaklığı
- Ortam sıcaklığı
- Nem miktarı

Bu faktörlere ek olarak havuzu çevreleyen duvarlar, çatı ve hava dağılımı iklimlendirme sisteminin birer bileşenleridir.

Havuz suyu sıcaklığı ile havuz mahalli sıcaklığının arasında ki fark 2 °C'yi geçmemelidir. Çıplak insan havuzdan çıktığında üşüme hissi yaşamaması adına havuz sıcaklığı ortam sıcaklığından 2 °C düşük olması ideal bir değerdir. Havuz sıcaklığı ortam sıcaklığından fazla olması durumunda üşüme hissi yaşanacaktır. Ayrıca havalandırma sisteminin tasarımında hava hızları özenle seçilmelidir. İnsan vücudu üzerinde ki yüksek hava hızları rahatsız edici olacaktır. Hava hızlarının 0,15-0,30 m/s arasında seçilmesi konfor açısından önemlidir.

Kapalı yüzme havuzlarında planlanan iklimlendirme sistemi sadece havalandırma olarak düşünülmemelidir. Aynı zamanda ortamda ki kötü kokunun uzaklaştırılmasını da sağlamaktadır. Kapalı yüzme havuzlarında havuz mahallinin ısıtılması yerden ısıtma sistemi ile sağlanmalıdır. Çıplak ayakla basılan havuz çevresinde yerden ısıtma yapılması konforun en önemli şartlarından biridir. Havalandırma sistemi aynı zamanda ortam ısıtmasına da destek sağlamaktadır.

- Kapalı yüzme havuzlarında sıcaklıklar: Kapalı yüzme havuzlarında sıcaklık dağılımında en önemli etken havuz suyu sıcaklığı ile havuz ortam sıcaklığının doğru tasarlanmasıdır. Havuz suyu ile havuz ortamı sıcaklık farkı 2 °C'yi geçmemelidir. Sıcaklık farkının az olması havuzdan çıkan insan vücudunda ki su sebebi ile yaşanacak ısı kaybının önüne geçecektir (Çizelge 2.4).

**Çizelge 2.4** Yüzme havuzlarında hava sıcaklıkları için kılavuz değerleri  
(Şentürk ve ark. 2015)

| MAHAL TÜRÜ                                       | HAVA SICAKLIKLARI °C |
|--|----------------------|
| Giriş Bölgesi, Yan Odalar ve Merdiven Boşlukları | 18                   |
| Soyunma Odaları                                  | 24                   |
| Personel Odaları                                 | 22                   |
| Duşlar   | 27                   |
| Yüzme Havuzu                                     | 30                   |

- Kapalı yüzme havuzlarında hava değişimi ve dağılımı: Havuz mahallinde ki havalandırma sisteminin ortamda ki kokuyu, nemi ve insanlardan ortaya çıkan karbondioksitin uzaklaştırılması için doğru değerlerde tasarlanmalıdır. Taze hava miktarı kişi başı 20 m<sup>3</sup>/h alınabilir. Toplam hava değişimi de 10 m<sup>3</sup>/(h\*kişi) olarak kabul edilebilir. Havuz mahalline salgılanan CO<sub>2</sub> miktarı çok fazla değildir. Doğru tasarlanan havalandırma sistemi ile giderilmesi gayet kolay olacaktır. Ortam CO<sub>2</sub> oranı %0,08'in üzerinde olmamalıdır. Bu değer üzerinde ki CO<sub>2</sub> yoğunluğu kötü hava kalitesini tarif etmektedir.

Hava dağılımı sağlanırken tüm parametreler değerlendirilmelidir. Nemin ortamdaki uzaklaştırılması, havuz mahallinde ki duvar ve camlarda oluşabilecek yoğunlaşma gibi etkenler değerlendirilmelidir. Bu etkenler göz önüne alındığında yan duvarlardan ve camların olduğu bölümlerde alttan veya üstten hava

üflenmelidir. Emiş sisteminin de havuz üzerinden yapılması en doğru çözüm olacaktır. Ayrıca havanın tüm mahalli süpürmesi konfor açısından önemlidir.

- Kapalı yüzme havuzlarında yüzeyden buharlaşan su: Buharlaşma su buharını kısmi basıncının doyma basıncından düşük olduğu durumlarda meydana gelir. Buharlaşma ortam sıcaklığı, havuz suyu sıcaklığı ve ortam nem değerleri ile ilgilidir. Buharlaşma ne kadar az olursa toplam hava miktarı ve tasarlanacak taze hava miktarı o kadar az olacaktır. Dolayısıyla harcanacak enerji de bu oranda azalacaktır. Havuz suyu ile ortam ısısının aynı olması durumu ile ortam havasının daha sıcak olması durumu karşılaştırıldığında ilk durumda daha fazla su buharlaşacaktır (Çizelge 2.5) (Şentürk ve ark. 2015).

**Çizelge 2.5** Kapalı yüzme havuzlarında buharlaşma miktarı (Şentürk ve ark. 2015)

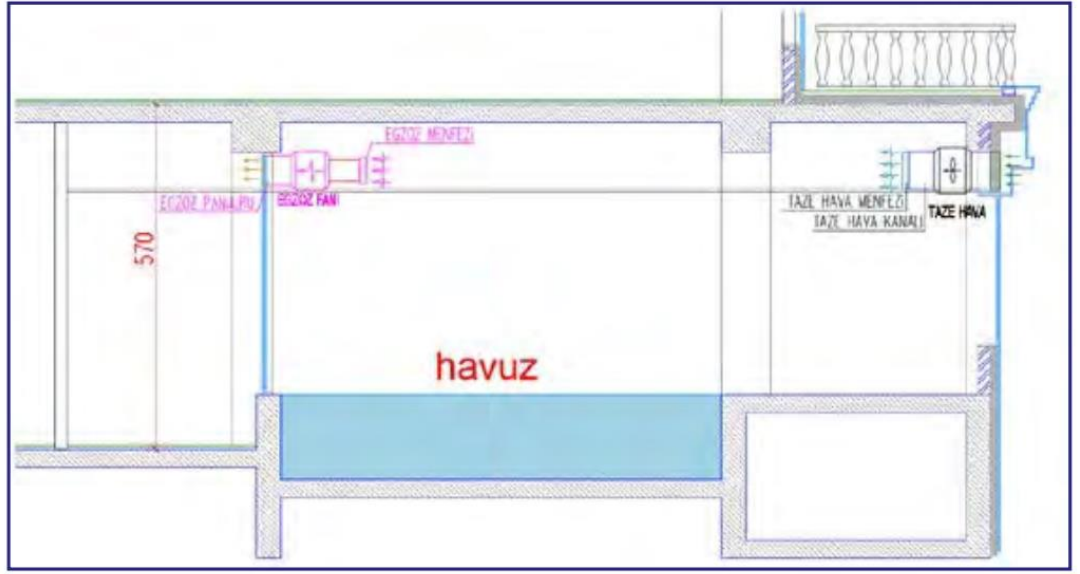
| Su Sıcaklığı<br>°C | Buharlaşma Miktarı ( g / m <sup>2</sup> * h ) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                    | Hava Sıcaklığı [ °C ] / 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 |

## 2.6.2. Kapalı yüzme havuzlarında havalandırma sistemi

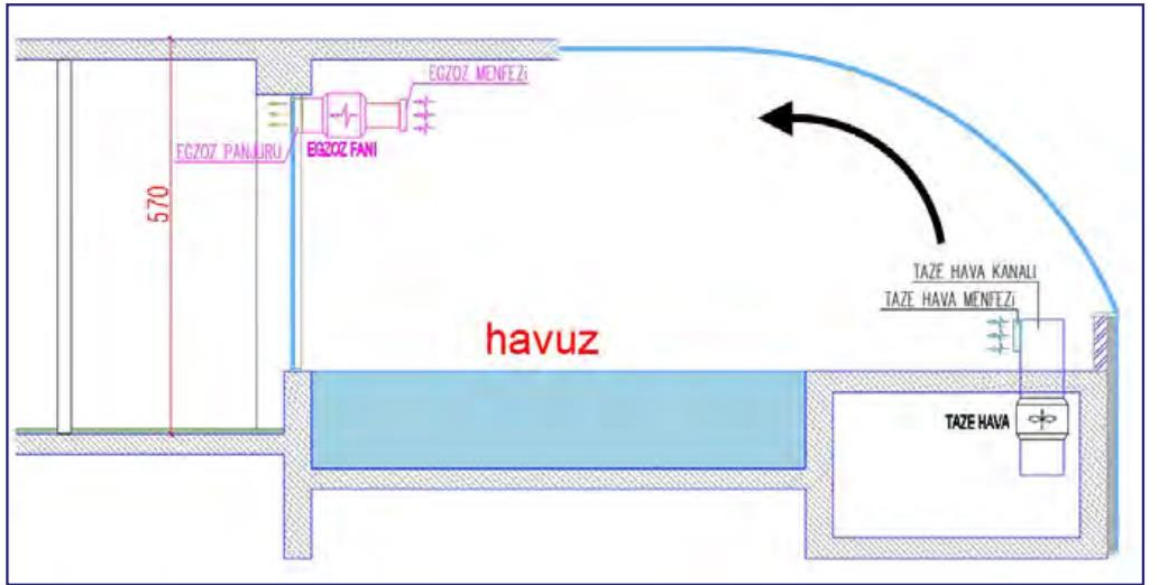
Konfor şartlarının önem kazandığı günümüzde havalandırma sistemi vazgeçilmez hale gelmiştir. Hele ki buharlaşmanın çok fazla olduğu yüzme havuzlarında ortam havasının kalitesini arttırmak ve nem miktarının azaltılması için havalandırma sistemi planlanmalıdır. Planlanan havalandırma sistemi sadece ortam havasının değişimi olarak algılanmamalıdır. Yapı bileşenlerinin zamanla deforme olmaması ve nem miktarının dengelenmesi de sağlanmalıdır.

Havanın üflenme noktası ve emiş yapılacak noktaların tasarımı yapılırken hava hızları ve hava sirkülasyonları insanları rahatsız etmemelidir. Günümüzde gelişen mimari yapılarda cam miktarları ciddi oranda artış göstermektedir. Estetik olarak da kabul gören yüksek oranda cam bulunan binalar da havalandırma sistemi bir kat daha önem kazanmıştır. Yüzme havuzlarında yüksek camların oranı arttıkça cam yüzeylerinde oluşacak yoğuşma riskini de arttırmaktadır. Tasarımda bu parametreler de göz önüne alınarak cam altlarından veya cam üstünden üfleme yapılması doğru çözüm olacaktır. Havuz yüzeyinde yoğun olarak meydana gelen buharlaşma ile ortama yayılan su buharı ve havuz suyunun klor seviyesi de göz alınarak ortaya çıkacak kötü kokularında uzaklaştırılması için emiş sistemi havuz üzerinden yapılmalıdır (Alan ve ark. 2005).

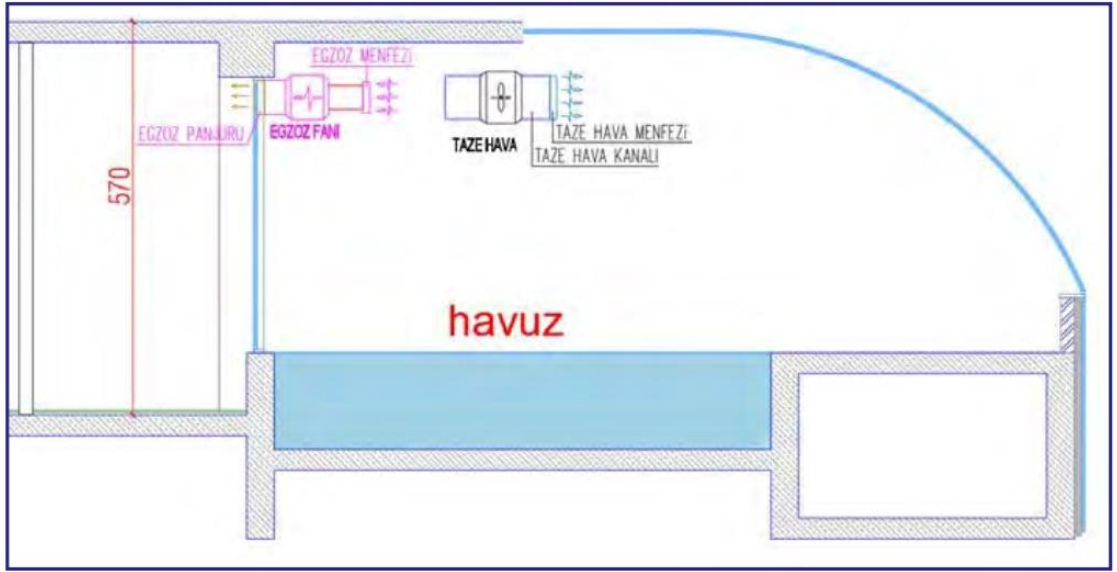
Havalandırma sistemi planlanırken hava dağılımının yanı sıra kullanılan hava kanalı malzemesi, yapılacak yalıtım ve kullanılan menfezler de tasarımın bir parçasıdır. Yüzme havuzlarında havalandırma tasarımı denildiğinde birçok parametre göz önüne alınmalıdır (Şekil 2.9 ve Şekil 2.10). Doğru hava debisi hesabı ortam şartlarının iyileştirilmesini sağlayacaktır. Tasarlanan hava debisinin havuz mahalline ulaştırılmasında doğru kanal çaplarının hesaplanması da tasarımın bir parçasıdır. Bunların yanı sıra doğru menfez seçimi hava dağılımının en önemli etkeni olacaktır (Şekil 2.11). Menfezdeki hız insanları rahatsız etmeyecek seviyede olmalıdır. Günümüz şartlarında kullanımı artan kumaş hava kanalları da havuz havalandırma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.12 ve 2.13). Hava kanallarında planlanan üfleme havası hava hızlarının düşük olması sebebi ile insanları rahatsız etmemektedir.



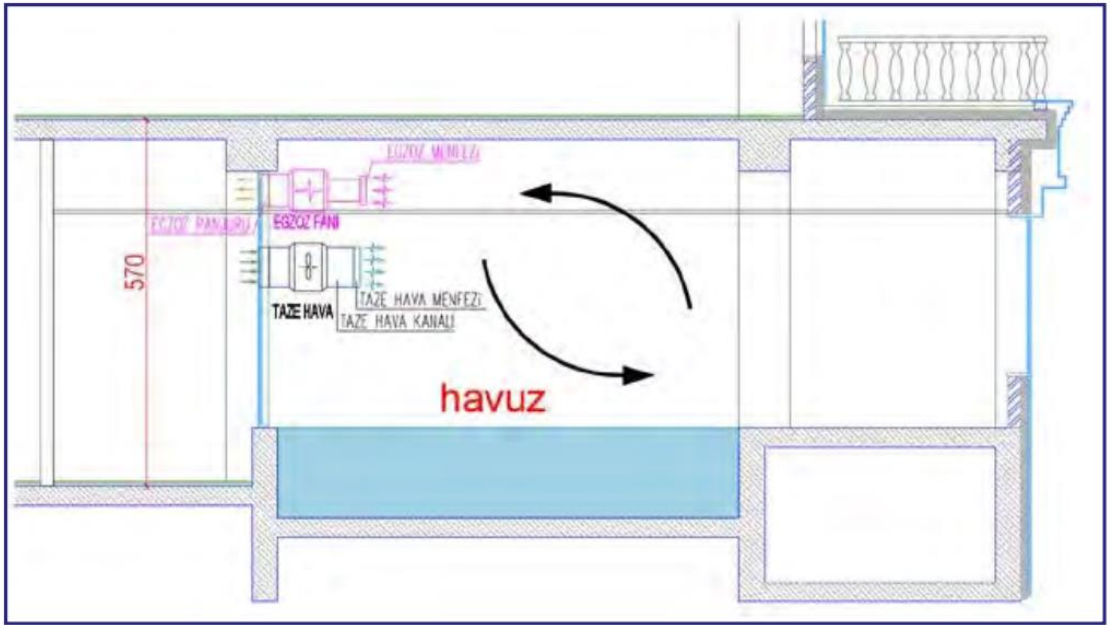
Şekil 2.9 Havuz havalandırma sistemi örneği I



Şekil 2.10 Havuz havalandırma sistemi örneği II



Şekil 2.11 Havuz havalandırma sistemi örneği III



Şekil 2.12 Yanlış havuz havalandırma örneği

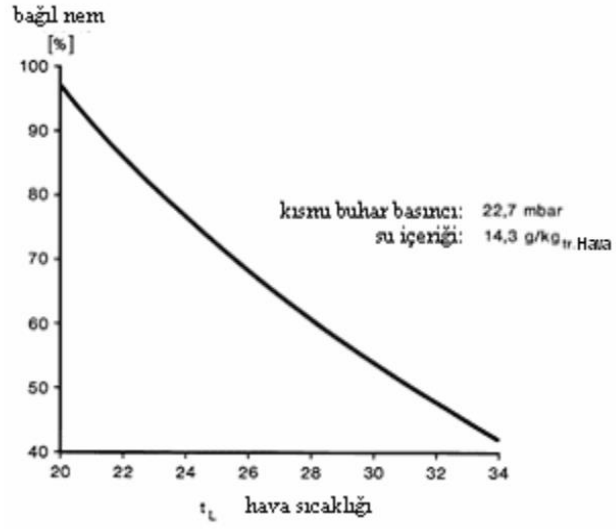


**Şekil 2.13** Havuz havalandırma sistemi örneği IV

Havuz sistemi havalandırma sisteminin yanında işletme de göz önünde bulunmalıdır. Yaz çalışması ve kış çalışmasının yanı sıra gündüz ve gece çalışması da planlanmalıdır. İşletme şartlarının göz önünde bulundurularak enerji verimliliği açısından optimum şartlar sağlanmalıdır. Havalandırma sistemini etkileyen bir diğer etken de doğru cihaz seçimidir. Kapalı yüzme havuzlarında kullanılacak havalandırma ekipmanı paket tip klima santrali olmalıdır. Mahal içerisinde kullanılacak nem alma cihazları doğru çözüm olmayacaktır. Tasarımda esas olan en doğru çözümdür.

### **2.6.3. Kapalı yüzme havuzlarında nem miktarı**

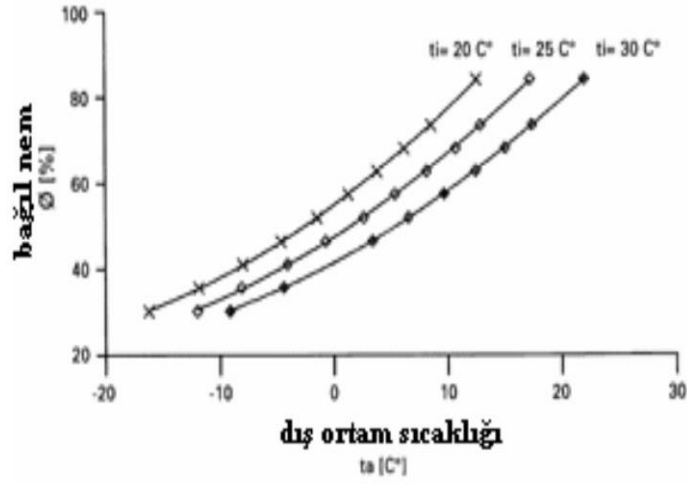
Havuz mahallinde olması gereken nem miktarının belirlenmesinde insanları etkilemeyecek nem oranının belirlenmesi ve mahal de çiğlenme noktası dikkate alınmalıdır. Ortam sıcaklığını arttırmak insan vücudundan buharlaşan su miktarını dengeleyecektir. Konfor şartlarında (mahal sıcaklığı 30 °C) mutlak nem oranı %55 seviyelerinde olmalıdır. Şekil 2.14'teki diyagramdan bu değerler seçilebilir (Arıcı ve Seçilmiş 2005).



**Şekil 2.14** Elbisesiz insan için bunaltıcı sınırı (Arıcı ve Seçilmiş 2005)

Havada ki yüksek nem miktarı insanlarda bunaltıcı etki yaparken havuz mahallinde de zarara uğramasına sebep olmaktadır. Yapı bileşenlerinde ki oluşacak yoğuşmanın ve zarar görmenin önüne geçebilmek için bağıl nem miktarının %40-%60 arasında olmalıdır. Havuz dış duvarları, camlar ve çatıda seçimin yanlış olması ortam havasına etki edecektir. Yüzeyler arasında ki iletim ile oluşacak ısı geçişinin önüne geçilemez ve ortam neminin giderilmesinde dış ortam sıcaklığının değerinin altında mahal neminin giderilmesi gerekecektir (Şekil 2.15). Bu işlem fazladan enerji harcanmasına sebep olacaktır. Bağıl nem miktarının sınır şartları belirlenirken dış ortam sıcaklığı da düşünülmelidir.





**Şekil 2.15** Dış ortam sıcaklığına bağlı olarak müsaade edilen maksimum bağıl nem oranı (Arıcı ve Seçilmiş 2005)

## 2.7.Kaynak Araştırması

Şahan (1999) havalandırma sistemlerinde ısı geri kazanım prensiplerini, ısı geri kazanım çeşitlerini, hangi koşullarda gerekli olduğuna ve önemine değinmiştir. HVAC uygulamalarında plakalı ısı geri kazanım uygulamalarını incelemiş, birkaç farklı sistemde sonuçları değerlendirmiştir. İncelediği sonuçlarda HVAC uygulamalarında ısı geri kazanım kullanımının ilk yatırım maliyeti ve enerji verimliliği açısından ne kadar önemli olduğu cebirsel olarak görmüş ve yorumlamıştır.

Demirel (2001) klima santrallerinde bulunan plakalı ısı geri kazanım ve tamburlu ısı geri kazanımı incelemiştir. Isı geri kazanım uygulamalarının yaygınlaştırılması gerektiğine vurgu yapmıştır. Ülkemizde ısı geri kazanım uygulamaları ilk yatırım maliyeti ön planda olduğu için uzun zaman kabul görmediğini belirtmiştir. Isı geri kazanım sistemlerinin yaygınlaşması gerektiğini, gerekli olan tüm sistemlerde kullanıldığında enerji tüketiminin ne kadar düştüğünü ve bunun işletme maliyetine yansımalarını anlatmıştır.

Alan (2005) kapalı yüzme havuzlarında havalandırma tasarımının uygulamaları üzerine çalışmıştır. Çalışmasında havuz mahallinde bulunan insanların konfor şartlarını

sağlamak için gerekli olan tasarım kriterlerine değinmiştir. Havuz mahallindeki konfor şartlarını sağlamak için havuz yüzeyinden mahal içine buharlaşan su buharının nasıl ortamdaki uzaklaştırılacağını açıklamıştır. Ortam nemini uzaklaştırırken kondenzasyon oluşmaması için gerekli olan hava debisinin hesaplarını standart bir kapalı yüzme havuzu için yapmıştır. Gerekli olan havalandırma tasarımının konfor şartlarını optimuma getirmek için hava esintisi yaratmaması gerektiğine vurgu yapmıştır.

Arıcı (2005) kapalı yüzme havuzlarının iklimlendirilmesindeki ekonomik sonuçları araştırmıştır. İklimlendirme yapılırken nem kontrolünün önemine vurgu yapmıştır. İklimlendirme yapılan cihazların dönüş havasından ısı geri kazanım yapılması gerektiğini açıklamıştır. Çalışmasında, kapalı yüzme havuzu havalandırmasındaki alınabilecek önlemler ve bu önlemler doğrultusundaki ekonomik çözümleri anlatmıştır. Nem kontrolü yaparken seçilen havalandırma cihazındaki havalandırma debisini ısı geri kazanım kullanılması ve kullanılmaması durumunda ne gibi sonuçlar doğuracağını yorumlamıştır.

Şahan (2005) iklimlendirme sistemlerindeki ısı geri kazanımı incelemiştir. İnsanların konfor şartlarının önemli olduğu alışveriş merkezi, otel, hastane, sinema-tiyatro gibi alanlarda hava kalitesinin nasıl artırılabilirliğini açıklamıştır. Konfor şartlarını sağlamak için havalandırmanın şart olduğunu ve havalandırma sırasında (özellikle yaz aylarında) dış hava yükünün enerji maliyetine olumsuz yansımaması için ısı geri kazanım kullanımının zorunluluğundan bahsetmiştir. Havadan havaya ısı geri kazanım kullanırken plakalı, tamburlu ve ısı borulu tip eşanjörleri incelemiştir. Egzost havası iletilen ısıyı herhangi bir ısı geri kazanım kullanarak yaklaşık %45 ile % 75 arasında geri kazanılabileceğini açıklamıştır. Bunun sonucunda taze hava yükünün enerji maliyetine yansımalarının önemli ölçüde enerji tasarrufu sağladığını göstermiştir.

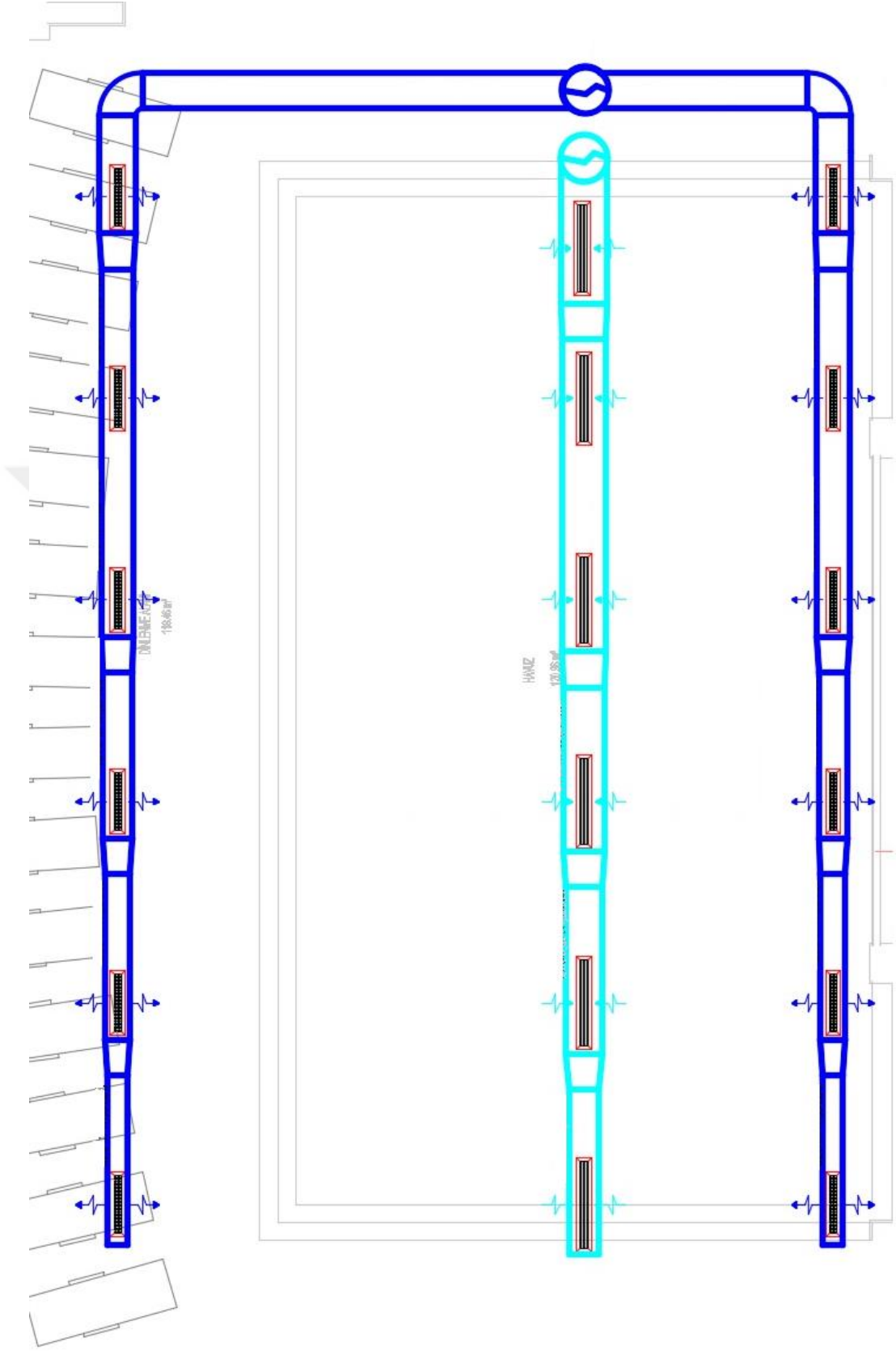
Doğan (2007) kapalı yüzme havuzlarındaki klima dizaynı yapılırken, havuz yüzeyinden havuz mahalline yayılan nemin ortamdaki uzaklaştırılması gerektiğini anlatmıştır. Nemin ortamdaki uzaklaştırılmaması durumunda havuzun cam yüzeylerinde ve yapı bileşenlerinde oluşabilecek kondenzasyonun hem konfor şartlarını olumsuz

etkileyeceğini hem de nemin yapıya zarar vermesi sonucunda onarım maliyetlerinin olabileceği ve bununda zaman kaybına yol açabileceğine vurgu yapmıştır.

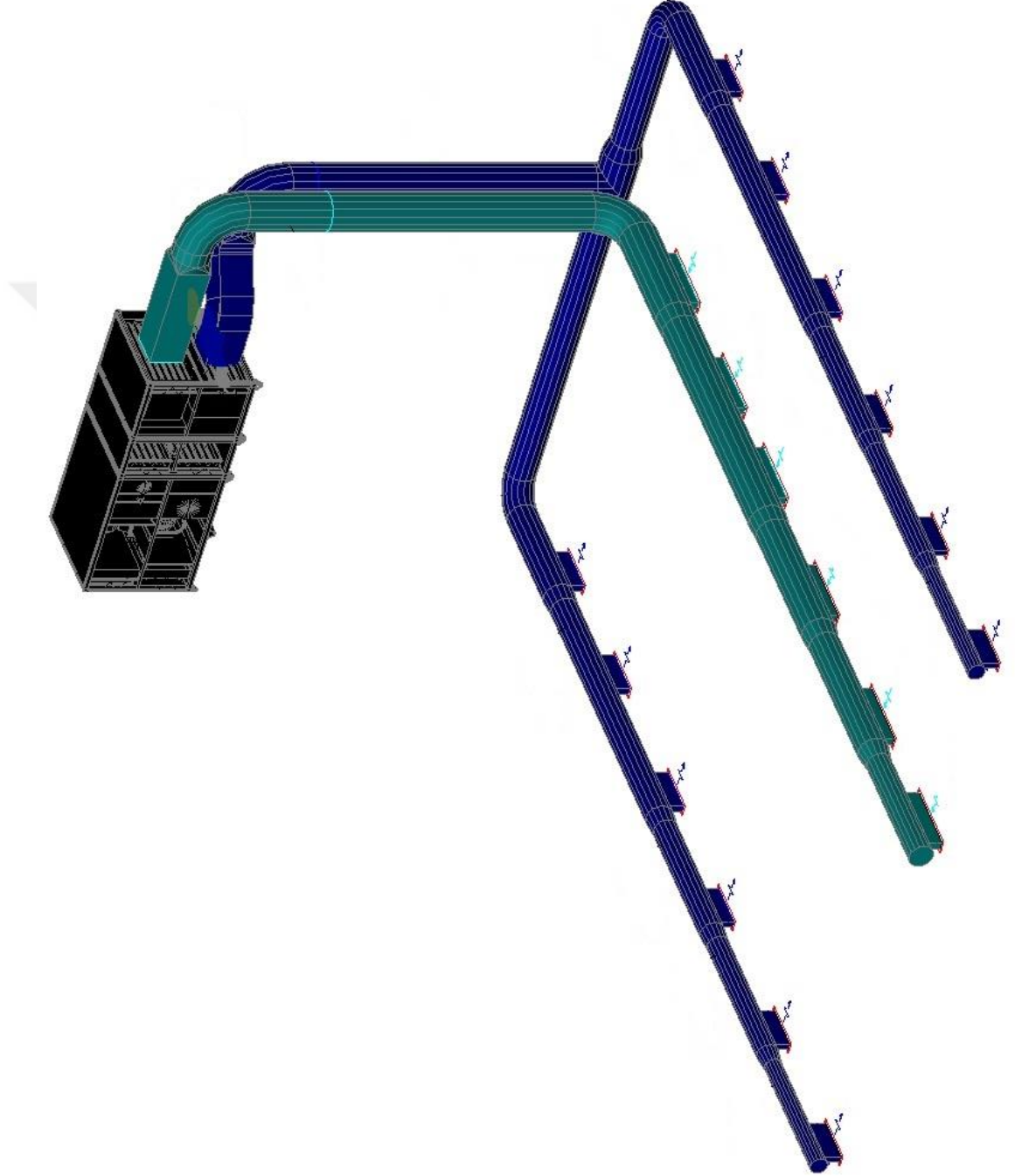
Tosun (2013) çalışmasında konvansiyonel ısı geri kazanım cihazlarına alternatif olarak ısı borulu ısı geri kazanım ile nem alma işlemine değinmiştir. Isı borulu ısı geri kazanım uygulamalarındaki tasarım kriterlerini incelemiş ve enerji tasarrufu açısından değerlendirmiştir. Bir ısı borulu ısı geri kazanım ünitesini incelemiş, farklı sıcaklıklarda ve farklı hava hızlarında (25 °C-30 °C ve 1-1,5-2-2,5 m/s) deneysel olarak sonuçlandırmıştır. Isı borulu ısı geri kazanım ünitesine giren hava sıcaklığının artması durumunda maksimum %16, giriş havasının hızının düşmesi durumunda ise maksimum %42,8 etkenlik artışı elde etmiştir. Hava hızındaki artış durumunun hava sıcaklığındaki artışa göre performansı daha fazla olumlu etkilediğini görmüştür.

Şentürk (2015) çalışmasında konfor şartlarını tam olarak sağlamak için mekanik havalandırmanın gerekliliğine vurgu yapmıştır. İnşaat sektörünün hızla gelişmesi bina teknolojisini geliştirmiş ve bina dış kabuğunun artmasına sebep olmuştur. Bu durum ise kayıpları artırmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak en büyük kayıpların havalandırmadaki enerji kaybı olduğunu vurgulamıştır. Havalandırmadaki kayıpların enerji maliyetine yüksek yansması sonucu işletme maliyetleri artmıştır. Çalışmasında ısı geri kazanım kullanımının yaygınlaşması gerektiğine değinmiş, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının enerji verimliliklerini 2017 yılı için yaklaşık %71 olarak öngörmüştür.





Şekil 3.2 Havuz havalandırma sistemi zemin kat üst görünüş

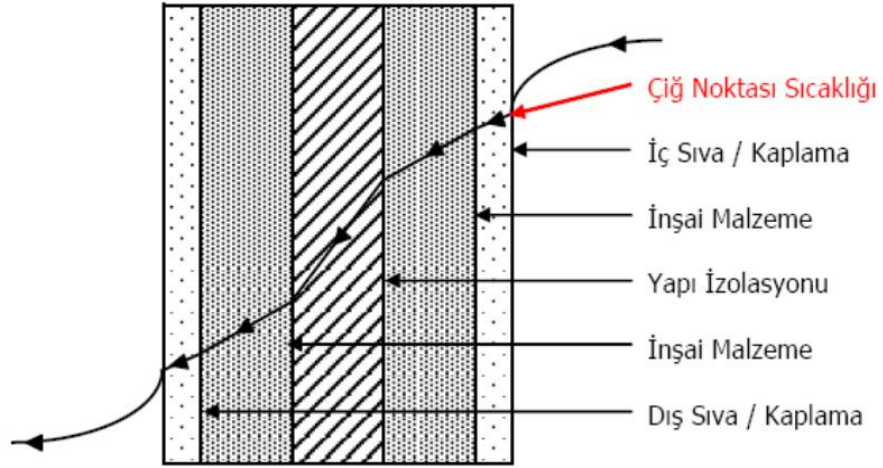


**Şekil 3.3** Havuz havalandırma sistemi görünüş



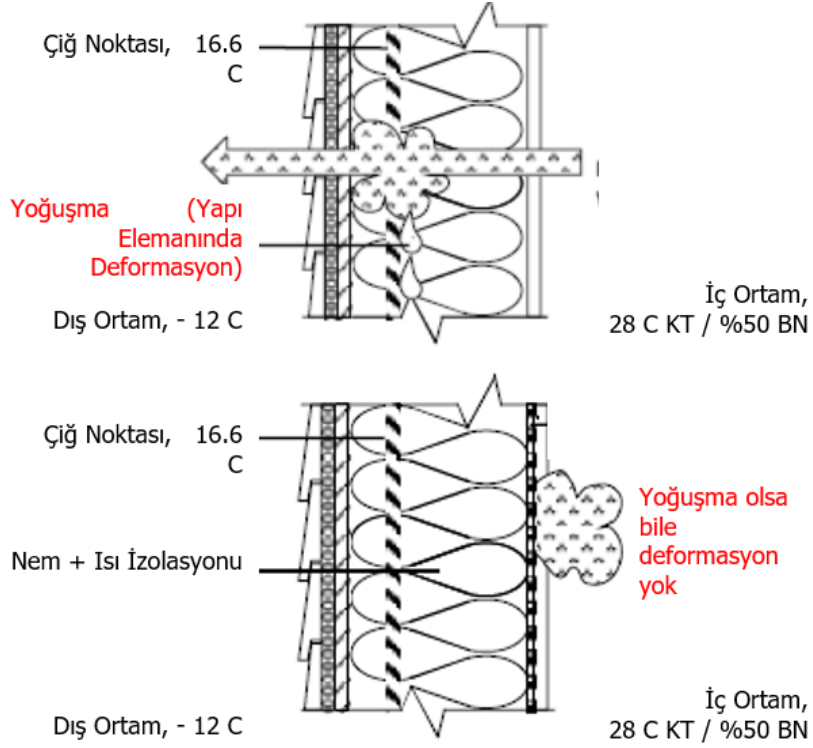
### 3.2. Projenin Yapı Elemanları

Yapı elemanları seçilirken tasarımı yapan mimar ile ortak çalışma yapılmalıdır. Yapı bileşenlerinin özellikleri hem mimari hem mekanik bir konudur. Yapı bileşenlerine yoğuşmanın zarar vermemesi için gerekli ısı yalıtımı ve su yalıtımı yapılmalıdır. Yalıtım konusu hem yoğuşma açısından hem de ısı köprüsü oluşmaması açısından önemlidir.



Şekil 3.6 Yapı bileşenleri genel kesiti





**Şekil 3.7** Kondenzasyonun önlenmesi için gerekli yapı bileşeni kesiti

Örnek proje için Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de belirtilen kesitlerde ki yapı bileşenleri için ısı iletim kat sayısı hesaplanmalı ve hesaplarda kullanılmalıdır.

Proje yapı bileşenleri maddeleri şunlardır:

- Dış duvar yapı elemanları (Şekil 3.8)
- Çatı yapı elemanları (Şekil 3.9)
- Taban yapı elemanları (Şekil 3.10)

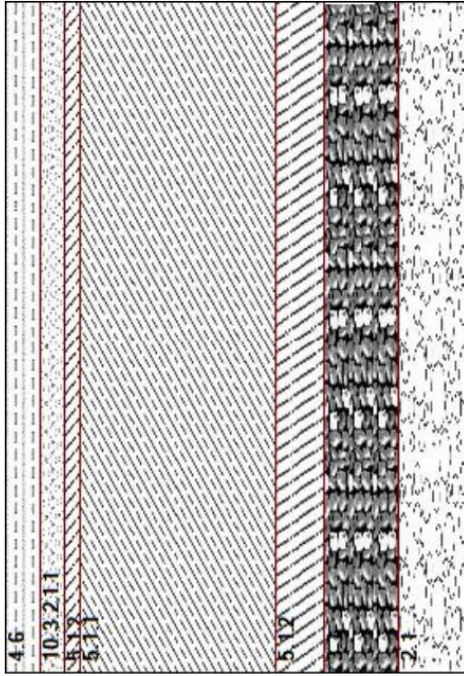
| BINADAKİ YAPI ELEMANLARI              |  | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri $\lambda_h$ | Isıl İletkenlik Hesap Değeri $R$ | Isıl Geçirgenlik Katsayısı $U$ |
|---------------------------------------|--|---------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
|                                       |  | d (m)                     | (W/mK)                                   | (m <sup>2</sup> K/W)             | W/m <sup>2</sup> K             |
| <b>DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b> |  |                           |  |                                  |                                |
| 1/α <sub>i</sub>                      | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)   |                           |  | 0,13                             |                                |
| 4.1                                   | Kireç harcı, kireç-çimento harcı   | 0,03                      | 1,0                                      | 0,03                             |                                |
| 7.1.3.1.3                             | Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar                                   | 0,2                       | 0,35                                     | 0,57                             |                                |
| 10.3.1.1                              | Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısı iletkenlik grubu 035 | 0,05                      | 0,035                                    | 1,43                             |                                |
| 4.2                                   | Çimento harcı  | 0,03                      | 1,6                                      | 0,02                             |                                |
| 1/α <sub>d</sub>                      | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)  |                           |  | 0,04                             |                                |
| <b>TOPLAM</b>                         |  |                           |  | <b>2,22</b>                      | <b>0,451</b>                   |

Şekil 3.8 Dış duvar yapı elemanları kesiti

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI        |  | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | Isıl İletkenlik Direnci | Isıl Geçirgenlik Katsayısı |
|---------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                 |  | d (m)                     | $\lambda_h$ (W/mK)           | R (m <sup>2</sup> K/W)  | U (W/m <sup>2</sup> K)     |
| <b>CA-1-Tavan( Üzeri Açık )</b> |  |                           |                              |                         |                            |
| 1/ $\alpha_d$                   | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)  |                           |                              | 0,04                    |                            |
| 8.2.2.1                         | Yatık yongalı levhalar ( TS 180, TS 1617)  | 0,02                      | 0,13                         | 0,15                    |                            |
| 10.5.2                          | Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 040 | 0,08                      | 0,040                        | 2                       |                            |
| 9.2.2.2                         | Cam tülü armatürü bitümlü pestil   | 0,001                     | 0,19                         | 0,01                    |                            |
| 9.1.3                           | Sentetik malzemeden kaplamalar ( örnek:PVC)  | 0,01                      | 0,23                         | 0,04                    |                            |
| 1/ $\alpha_i$                   | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)   |                           |                              | 0,13                    |                            |
| <b>TOPLAM</b>                   |  |                           |                              | <b>2,37</b>             | <b>0,421</b>               |

Şekil 3.9 Çatı yapı elemanları kesiti

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI            |   |                         |                              |                            | Isıl Geçirgenlik Katsayısı |                  |
|-------------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Yapı Elemanının Kalınlığı           | Isıl İletkenlik Hesap Değeri  | Isıl İletkenlik Direnci | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | Isıl Geçirgenlik Katsayısı | U                          |                  |
| d                                   | $\lambda_{hp}$  | R                       | $\lambda_{hp}$               | U                          |                            |                  |
| (m)                                 | (W/mK)  | (m <sup>2</sup> K/W)    | (W/mK)                       | W/m <sup>2</sup> K         |                            |                  |
| <b>TT-1-Taban( Toprak Temaslı )</b> |   |                         |                              |                            |                            |                  |
| 1/ $\alpha_d$                       | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)  |                         |                              |                            |                            |                  |
| 4.6                                 | Çimento harçlı şap  | 0,07                    | 1,4                          | 0,17                       |                            |                  |
| 10.3.2.1.1                          | Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164 e uygun; yoğunluk $\geq 25$ ; ısı iletkenlik grubu 030 | 0,05                    | 0,030                        | 1,67                       |                            |                  |
| 5.1.2                               | Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar        | 0,03                    | 1,65                         | 0,02                       |                            |                  |
| 5.1.1                               | Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar        | 0,4                     | 2,5                          | 0,16                       |                            |                  |
| 9.2.2.2                             | Cam tülü armatürlü bitümlü pestil   | 0,001                   | 0,19                         | 0,01                       |                            |                  |
| 9.2.2.2                             | Cam tülü armatürlü bitümlü pestil   | 0,001                   | 0,19                         | 0,01                       |                            |                  |
| 5.1.2                               | Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar        | 0,1                     | 1,65                         | 0,06                       |                            |                  |
| 3.1                                 | Kum, çakıl, kırma taş ( micir )   | 0,15                    | 0,70                         | 0,21                       |                            |                  |
| 2.1                                 | Kum, kum - çakıl  | 0,15                    | 2,0                          | 0,08                       |                            |                  |
| 1/ $\alpha_d$                       | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)   |                         |                              | 0                          |                            |                  |
| <b>TOPLAM</b>                       |   |                         |                              |                            | <b>2,44</b>                | <b>0,5x0,412</b> |



Şekil 3.10 Taban yapı elemanları kesiti

### 3.3. Isı Geçirme Katsayısının Hesaplanması

Yapısı ve kalınlığı belirli olan bir yapı bileşeninin iki tarafındaki hava sıcaklıklarının farkı 1 °C (1 K) iken, 1 metrekaresinden geçen ısı miktarına ısı geçirme katsayısı denir; simgesi U ve birimi kcal/ m<sup>2</sup> h °C (W/m<sup>2</sup>K)'dir. Kalınlığın simgesi d; birimi metre'dir.

Çeşitli yapı malzemeleri ve bileşenlerine ait ısı iletkenliği hesap değerleri, farklı kalınlıktaki hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri, kapı ve pencerelerin ortalama ısı geçirme katsayıları ve iç ve dış hava tarafındaki ısı taşınım katsayıları ilgili çizelgelerden alınarak; yapı bileşenlerinin (U) ısı geçirme kat sayıları şu formülasyon ile hesaplanmalıdır:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{1}{\alpha_d} \quad (3.1)$$

U: Toplam ısı geçiş katsayısı (W/m<sup>2</sup>K),  $\alpha_i$ : İç ortam ısı taşınım direnci (W/m<sup>2</sup>K),  $\alpha_d$ : Dış ortam ısı taşınım direnci (W/m<sup>2</sup>K),  $d_1$ : Birinci yapı bileşeni kalınlığı (m),  $d_2$ : İkinci yapı bileşeni kalınlığı (m),  $\lambda_1$ : Birinci yapı bileşeni ısı iletim katsayısı (W/mK),  $\lambda_2$ : İkinci yapı bileşeni ısı iletim katsayısı (W/mK),  $\lambda_3$ : Üçüncü yapı bileşeni ısı iletim katsayısı (W/mK)

### 3.4. Isıtılacak Hacimlerdeki Toplam Isı Kaybı

Bir hacmin gerçek ısı kaybı; artırımlı iletimsel ısı kaybı ile hava sızıntı ısı kaybının toplanmasıyla bulunmaktadır (Şentürk ve ark. 2015).

$$Q_h = Q_t + Q_s \text{ (kcal/h veya W)} \quad (3.2)$$

$Q_h$  = Toplam ısı kaybı,  $Q_t$  = Artırımlı iletimsel ısı kaybı,  $Q_s$  = Hava sızıntı ısı kaybı

### 3.5. İletimsel Isı Kaybı ( $Q_i$ )

Yapı bileşenlerinin iletimsel ısı kayıplarını hesaplamak için, aşağıda verilen artırimsız ısı kaybı hesaplanmalıdır (Şentürk ve ark. 2015).

$$Q_i = A * U * \Delta T \text{ (kcal/h veya W)} \quad (3.3)$$

A: yapı bileşeni alanını ( $m^2$ ), U: ısı geçirme katsayısını ( $W/ m^2K$  veya  $kcal/ m^2 h ^\circ C$ ),  $\Delta T$ : yapı bileşeninin iki tarafındaki sıcaklıkların farkını ( $^\circ C$ ) İfade etmektedir.

Her hacmin ısı kaybeden pencere, kapı, duvar, tavan ve döşemesinin ısı kayıpları hesaplanarak toplanmaktadır. Bulunan sonuç o hacmin artırimsız iletimsel ısı kaybını vermektedir.

Her hacmin artırimsız ısı kaybına yüzde olarak; birleştirilmiş artırım  $Z_d$ , yön artırımı  $Z_h$  ve kat artırımı  $Z_w$  eklenerek artırılmış iletimsel ısı kaybı bulunmaktadır.  $Q_i$ : Artırimsız iletimsel ısı kaybını,  $Q_0$ = Artırılmış ısı kaybını verir ( $kcal/ m^2h^\circ C$  veya  $W/ m^2K$ ) (Şentürk ve ark. 2015).

$$Q_t = Q_i (1 + Z_D + Z_H + Z_W) \text{ (kcal/h veya W)} \quad (3.4)$$

### 3.6. Birleştirilmiş Artırım ( $Z_D$ )

İşletmelerin tasarımlarındaki en büyük problem, ısıtıcı cihazın çalışmasından sonra istenilen sıcaklığa ulaşılması için belli bir süre beklenilmesidir. Bu süre işletmeyi çevreleyen yapı elemanlarının ısı eylemsizliğinden kaynaklanmaktadır.

Birleştirilmiş artırım; işletmenin rejiminin azaltılmasından veya işletmeye bir süre ara verilmesinden sonra, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının kısa zamanda tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınan ısı kapasitesi artırımıdır.

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre üç tip işletme tanımlanmıştır:

I. İşletme: Tesisat sürekli çalışır ve yalnız geceleri ateş azaltılır.

II. İşletme: Ateş her gün 10 saat tamamen söndürülür.

III. İşletme: Ateş her gün 14 saat ve daha uzun süre tamamen söndürülür.

Saptanan işletme durumuna bağlı olarak  $Z_D$  birleştirilmiş artırımı Çizelge 3.1'den alınır.

**Çizelge 3.1** Birleştirilmiş Artırım Katsayısı  $Z_D$  % (Şentürk ve ark. 2015)

| İşletme Durumu | $Z_D$ % |
|----------------|---------|
| I. İşletme     | 7       |
| II. İşletme    | 15      |
| III. İşletme   | 25      |

### 3.7. Yön Artırımı ( $Z_H$ )

Kuzey yarım kürede binaların güneye bakan odaları güneş ışınlarının radyasyonu etkisiyle bir miktar ısınır. Bu nedenle, bir hacmin iletimsel ısı kaybına dış duvarlarının baktığı yöne göre  $Z_H$  yön artırımı uygulanmaktadır.

$Z_H$  yön artırımı seçiminde, yalnız bir dış duvarı olan odalar için dış duvarın baktığı yön; köşe odalar için iki dış duvarın köşegeninin yönü esas alınmaktadır (Penceresi bulunan dış duvarın yönü de esas alınabilir.) Dış duvarı ikiden fazla olan odalar için en yüksek yön artırımı seçilmektedir. İç hacimlerde yön artırımı alınmaz.  $Z_H$  yön artırımı Çizelge 3.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2** Yön Artırımı  $Z_H$  % (Şentürk ve ark. 2015)

| YÖN     | G  | GB | B | KB | K | KD | D | GD |
|---------|----|----|---|----|---|----|---|----|
| % $Z_H$ | -5 | -5 | 0 | 5  | 5 | 5  | 0 | -5 |

### 3.8. Kat Artırımı (Z<sub>w</sub>)

Yapının konumu ne olursa olsun, belirli birkaç kattan yukarıda rüzgâr hızı ve etkisi artmaktadır. Artan rüzgâr hızına ve etkisine bağlı olarak yüksek yapıların üst katlarında hacimlerdeki kapı ve pencerelerden ısı kaybı ve dış yüzeydeki ısı taşınım katsayısı artmaktadır. Ayrıca kolonlardaki ısı kaybı ve dolayısıyla su sıcaklığının düşmesine bağlı olarak üst kat radyatörlerinde verim düşmektedir. Bu nedenle, artırimsız iletimsel ısı kayıplarına Çizelge 3.3’de belirtilen oranlarda kat yükseklik artırımları eklenmesi gerekmektedir.

**Çizelge 3.3** Kat Artırımı Z<sub>w</sub> % (Şentürk ve ark. 2015)

| Bina Toplam Kat Adedi |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |           | Z <sub>w</sub> |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-----------|----------------|
| 4                     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13       | 14       | 15        | %              |
| 3.2.1                 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1 | 3.2.1    | 4.3.2.1  | 5.4.3.2.1 | 0              |
| 4                     | 4     | 5.4   | 5.4   | 5.4   | 6.5.4 | 6.5.4 | 6.5.4 | 6.5.4 | 6.5.4    | 7.6.5    | 8.7.6     | %5             |
|                       | 5     | 6     | 6     | 7.6   | 8.7   | 9.8.7 | 9.8.7 | 9.8.7 | 9.8.7    | 10.9.8   | 11.10.9   | %10            |
|                       |       |       | 11    | 10    | 9     | 10    | 10    | 11.10 | 12.11.10 | 13.12.11 | 14.13.12  | %15            |
|                       |       |       |       |       |       |       | 11    | 12    | 13       | 14       | 15        | %20            |

### 3.9. Kapalı Yüzme Havuzlarında Nem Miktarının Hesaplanması

Kapalı yüzme havuzlarında nem miktarını etkileyen birçok etken vardır. Havuz suyu sıcaklığı, ortam havasının sıcaklığı, havuz suyu kütlesi gibi etkenler buharlaşan su miktarının hesaplanmasında önemli faktörlerdir. Nem miktarının hesaplanması gerekli hava debisinin belirlenmesin de ve havuz suyunun ısıtılması konusunda etken bir özelliktir. Buharlaşan su miktarı ile havuz suyu eksilecek ve ilave edilen soğuk suyun ısıtılması için gerekli havuz suyu ısıtma eşanjör kapasitesi belirlenecektir. Nem miktarının hesaplanması için gerekli formülasyon (Alan ve ark. 2005):

$$W = F * J * (X_s - X_r), [kg/h] \quad (3.5)$$

W: Buharlaşan su miktarı kg/h, J: Buharlaşma katsayısı kg/m<sup>2</sup>h, Buharlaşma katsayısı:



Durgun suda: 10 kg/m<sup>2</sup>h, Periyodik dalgalı suda: 20 kg/m<sup>2</sup>h, Çalkantılı suda: 30 kg/m<sup>2</sup>h, X<sub>s</sub>: Havuz suyu sıcaklığındaki doymuş havanın özgül nemi kg/kg, X<sub>r</sub>: Salon havasının özgül nemi kg/kg, F: Havuz yüzey alanı m<sup>2</sup>

### 3.10. Gerekli Hava Debisinin Hesaplanması

Havuzdan buharlaşan suyun tamamen havalandırma ile uzaklaştırılması istendiğinde, yaz aylarında % 100 doğal havalandırma yapılır. Kış aylarında ise ortam neminin müsaade edildiği ölçüde kıs men iç hava resirküle edilir. Böylece enerjiden tasarruf sağlanır. Bu durumda sadece ısıtıcı serpantini olan bir havalandırma santrali kullanılmaktadır. Dış hava şartları konfor açısından istenilen değerlerde olduğu zaman enerjiden tasarruf sağlamak amacıyla havuzların üzeri açılabilir şekilde dizayn edilebilir. Bu uygulamalar enerji tasarrufu açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Kapalı yüzme havuzlarında istenilen gerçek konfor şartlarının sağlanması nem alıcı karakterde bir klima santrali tarafından gerçekleştirilebilir. Her ne kadar havalandırma santralleri ile ortamda paket tipi nem alıcı cihazlar kullanmak biçiminde çözümler bulunsa da, bu çözümler gerçek klimanın sağladığı konforu sağlayamazlar.

Klima sistemi kullanıldığında sistemde dolaşması gereken hava miktarı:

W: Havuzdan buharlaşan su miktarı (kg/hm<sup>2</sup>), r: Havanın yoğunluğu 1,2 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagram), X<sub>r</sub> : Salon havasının özgül nemi, X<sub>SA</sub>: Ortama üflenen besleme havasının özgül nemi, , F: Havuz yüzey alanı m<sup>2</sup> (Alan ve ark. 2005).

$$V_{SA} = \frac{W}{\rho(X_r - X_{SA})}, [m^3/m^2h] \quad (3.6)$$

$$V_T = F * V_{SA}, [m^3/h] \quad (3.7)$$

### 3.11. Isıtıcı Batarya Kapasitesinin Belirlenmesi

Isıtıcı batarya kapasitesinin belirlenmesi için öncelikle batarya çıkışındaki üfleme sıcaklığını bulmamız gerekir lakin öncesinde ΔT belirlenmelidir.

$$\Delta T = Q_{kış} / (V_{SA} * \gamma * C_p) \quad (3.8)$$

$$T_{\text{üfleme}} = t_{iç} + \Delta T \quad (3.9)$$

$V_{SA}$  = Gerekli hava debisi,  $D_{1ş}$  ortam sıcaklığı ( $T_{\text{giriş}}$ ) = -6 °C (Bursa için), Mahal sıcaklığı ( $T_{iç}$ ) = 30 °C,  $Q_{kış}$  = Mahallin kış ısı kaybı Kcal/h, Havanın özgül ısısı ( $C_p$ ) = 0,24, Havanın yoğunluğu ( $\gamma$ ) = 1,2

Isıtıcı batarya hesabı:

$$Q_{\text{ısıtma}} = V_{SA} * \gamma * C_p * (t_{\text{üfleme}} - t_{\text{giriş}}) \quad (3.10)$$



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. İletimsel Isı Kaybı

#### 4.1.1. Dış duvarlardan alan ısı kaybı

Dış duvarlardan olan ısı kayıpları farklı cepheler için hesaplanmış ve toplam iletimsel ısı kaybı bulunmuştur.

$$Q_i = A * U * \Delta T \text{ (kcal/h veya W)} \quad (4.1)$$

Kuzey cephesi için:

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Duvar alanı: 76 m<sup>2</sup>, Duvar U değeri: 0,451 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 76 * 0,451 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 1234 \text{ W}$$

$$Q_t = Q_i(1 + Z_D + Z_H + Z_W) \quad (4.2)$$

$$Q_t = 1234 * (1 + 0,15 + 0,05 + 0)$$

$$Q_t = 1480 \text{ W}$$

Batı cephesi için:

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Duvar alanı: 52 m<sup>2</sup>, Duvar U değeri: 0,451 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 52 * 0,451 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 845 \text{ W}$$

$$Q_t = Q_i(1 + Z_D + Z_H + Z_W)$$

$$Q_t = 845 * (1 + 0,15 + 0 + 0)$$

$$Q_t = 972 \text{ W}$$

Güney cephesi için:

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Duvar alanı: 76 m<sup>2</sup>, Duvar U değeri: 0,451 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 76 * 0,451 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 1234 W$$

$$Q_t = Q_i(1 + Z_D + Z_H + Z_W)$$

$$Q_t = 1234 * (1 + 0,15 - 0,05 + 0)$$

$$Q_t = 1360 W$$

Doğu cephesi için:

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Duvar alanı: 52 m<sup>2</sup>, Duvar U değeri: 0,451 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 52 * 0,451 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 845 W$$

$$Q_t = Q_i(1 + Z_D + Z_H + Z_W)$$

$$Q_t = 845 * (1 + 0,15 + 0,05 + 0)$$

$$Q_t = 972 W$$

#### 4.1.2. Çatıdan olan ısı kaybı

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Çatı alanı: 245 m<sup>2</sup>, Çatı U değeri: 0,421 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 245 * 0,421 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 3715 W$$

#### 4.1.3. Tabandan olan ısı kaybı

Mahal sıcaklığı: 30 °C, Bursa şartı dış hava: -6 °C, Taban alanı: 245 m<sup>2</sup>, Taban U değeri: 0,412 W/ m<sup>2</sup>K

$$Q_i = 245 * 0,412 * (30 - (-6))$$

$$Q_i = 3635 W$$

#### 4.1.4. Isıtılacak hacimdeki toplam ısı kaybı

Şartlandırılacak hacimdeki toplam ısı kaybını hesaplamak için gerekli formül:

$$Q_h = Q_t + Q_s \text{ (kcal/h veya W)} \quad (4.3)$$

Buradaki hava sızıntı ısı kaybını 0 alıyoruz. Projemizdeki mimaride cam olan cephe bulunmamaktadır.

$$Q_h = 1480 + 972 + 1360 + 972 + 0$$

$$Q_i = 4784 W$$

#### 4.2. Buharlaşan Su Miktarı

$$W = F * J * (X_s - X_r), [kg/h] \quad (4.4)$$

Havuz suyu sıcaklığı: 28 °C, Havuz mahalli sıcaklığı: 30 °C, W: Buharlaşan su miktarı kg/h, J: Buharlaşma katsayısı kapalı havuz için (dalgalı) 30 kg/m<sup>2</sup>h, X<sub>s</sub>: Havuz suyu sıcaklığındaki havanın özgül nemi 0,02457 kg/kg (Psikrometrik diyagram), X<sub>r</sub>: Salon havasının özgül nemi 30 °C ve %55 bağıl nem değerinde 0,01468 kg/kg (Psikrometrik diyagram), F: Havuz suyu yüzey alanı 120 m<sup>2</sup>

$$W = 120 * 30 * (0,02457 - 0,01468)$$

$$W = 35,6 \text{ kg/h}$$

$$W = 0,2967 \text{ kg/hm}^2$$

### 4.3. Gerekli Hava Debisinin Hesaplanması

W: Havuzdan buharlaşan su miktarı (kg/hm<sup>2</sup>), ρ: Havanın yoğunluğu 1,2 kg/m<sup>3</sup> (Psikrometrik diyagram), X<sub>r</sub> : Salon havasının özgül nemi 30 °C ve %55 bağıl nem değerinde 0,01468 kg/kg (Psikrometrik diyagram), X<sub>SA</sub>: Ortama üflenen besleme havasının özgül nemi 0,009 kg/kg (Psikrometrik diyagram), F: Havuz suyu yüzey alanı 120 m<sup>2</sup>

Klima sistemi kullanıldığında sistemde dolaşması gereken hava miktarı:

$$V_{SA} = \frac{W}{\rho(X_r - X_{SA})}, [m^3/m^2h] \quad (4.5)$$

$$V_T = F * V_{SA}, [m^3/h] \quad (4.6)$$

$$V_{SA} = \frac{W}{\rho(X_r - X_{SA})}$$

$$V_{SA} = \frac{0,2967}{1,2*(0,01468-0,009)}$$

$$V_{SA} = 43,52 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$V_T = F * V_{SA}, [m^3/h]$$

$$V_T = 120 * 43,52$$

$$V_T = 5225 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 4.4. Isıtıcı Batarya Kapasitesi

##### 4.4.1. Isı geri kazanım kullanılmaması durumunda

Hava debisi = 5225 m<sup>3</sup>/h, Dış ortam sıcaklığı (T<sub>dış</sub>) = -6 °C (Bursa için), Dış ortam Bağıl nemi (RH) = 90%, Mahal sıcaklığı (T<sub>iç</sub>) = 30 °C, Mahallin kış ısı kaybı = 4115 Kcal/h (4784 Watt), Havanın özgül ısısı (C<sub>p</sub>) = 0,24, Havanın yoğunluğu (γ) = 1,2, Batarya çıkış sıcaklığı ΔT hesabı:

$$Q_{kış} = V * \gamma * C_p * \Delta T \quad (4.7)$$

$$\Delta T = Q_{kış} / (V * \gamma * C_p) \quad (4.8)$$

$$\Delta T = 4115 / (5225 * 1,2 * 0,24)$$

$$\Delta T = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Batarya çıkış sıcaklığı = t<sub>iç</sub> + ΔT, Batarya çıkış sıcaklığı = 30 + 3 = 33 °C, Isıtıcı batarya kapasitesi hesabı:

$$t_{\text{üfleme}} = 33^\circ\text{C}, t_{\text{giriş}} = -6^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = V * \gamma * C_p * (t_{\text{üfleme}} - t_{\text{giriş}}) \quad (4.9)$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 5225 * 1,2 * 0,24 * (33 \text{ } ^\circ\text{C} - (-6^\circ\text{C}))$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 58688 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{ısıtma}} = 68242 \text{ W}$$

##### 4.4.2. Isı geri kazanım kullanılması durumunda

Projemizde plakalı ısı geri kazanım kullanılmıştır. Isı geri kazanım verimi %50 olarak belirlenmiştir.

Mahal sıcaklığı ( $T_{iç}$ ) = 30 °C, Dış ortam sıcaklığı ( $T_{dış}$ ) = -6 °C (Bursa için), Dış havanın ısı geri kazanımdan geçtikten sonra ısıtıcı bataryaya geliş sıcaklığı şu formülasyon ile bulunur:

Taze hava geliş sıcaklığı:

$$T_{geliş} = (30 * 0,5) + (-6 * (1 - 0,5)) = 12 °C \quad (4.10)$$

$$T_{geliş} = 12 °C$$

Hava debisi = 5225 m<sup>3</sup>/h, Dış ortam sıcaklığı ( $T_{dış}$ ) = -6 °C (Bursa için), Dış ortam Bağıl nemi (RH) = 90%, Mahal sıcaklığı ( $T_{iç}$ ) = 30 °C, Mahallin kış ısı kaybı = 4115 Kcal/h, Havanın özgül ısısı ( $C_p$ ) = 0,24, Havanın yoğunluğu ( $\gamma$ ) = 1,2, Batarya çıkış sıcaklığı  $\Delta T$  hesabı:

$$Q_{kış} = V * \gamma * C_p * \Delta T$$

$$\Delta T = Q_{kış} / (V * \gamma * C_p)$$

$$\Delta T = 4115 / (5225 * 1,2 * 0,24)$$

$$\Delta T = 3 °C$$

Batarya çıkış sıcaklığı =  $t_{iç} + \Delta T$ , Batarya çıkış sıcaklığı = 30 + 3 = 33 °C, Isıtıcı batarya kapasitesi hesabı:

$$t_{üfleme} = 33 °C, t_{giriş} = 12 °C$$

$$Q_{isitma} = V * \gamma * C_p * (t_{üfleme} - t_{giriş})$$

$$Q_{isitma} = 5225 * 1,2 * 0,24 * (33 °C - 12 °C)$$

$$Q_{isitma} = 31600 Kcal/h$$

$$Q_{isitma} = 36745 W$$



#### 4.5. Örnek Proje Hesaplarının Bilgisayar Destekli Programda Yapılması

Hesaplar uluslararası kabul gören Hourly Analysis Program (saatlik analiz program) kullanılarak yapılmıştır. Saatlik analiz programında gerekli bilgiler programa girilip bir hacmin ısı kaybı bulunabilir ve istenilen kriterlerde cihaz seçimi yapılabilir. Mahallin ısı kaybını bulmak için gerekli veriler programın ısı kaybı bölümüne girilmiştir. Isı kaybı belirlendikten sonra iki farklı durum için hesap yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Birinci durumda, gerekli ısı kaybı belirlendikten sonra ısı geri kazanım kullanılmamış ve sonuçlar gözlenmiştir. İkinci durumda gerekli ısı kaybı belirlendikten sonra plakalı ısı geri kazanım seçimi yapılmış ve sonuçlar gözlenmiştir.

Proje verilerinin programa girilmesi:

Programda sadece ısı kaybı hesaplanıp ısı geri kazanım durumu inceleneceğinden, dış hava şartları için hava özellikleri (Weather properties) dizayn parametreleri (Design parameters), genel bilgiler için genel(General), duvar bilgileri için duvar-cam-kapı (Walls-windows-doors), çatı bilgileri için çatı (Roof-skylights), taban bilgileri için taban (Floors) sekmelerine gerekli veriler girilecektir.

İlk olarak programda Şekil 4.1’de verilen hava şartları (Weather properties) dizayn parametreleri (Design parameters) sekmesinde ısı kaybını belirleyeceğimiz ili seçip dış hava şartlarını programa tanıtırız.

Weather Properties - [Bursa]

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

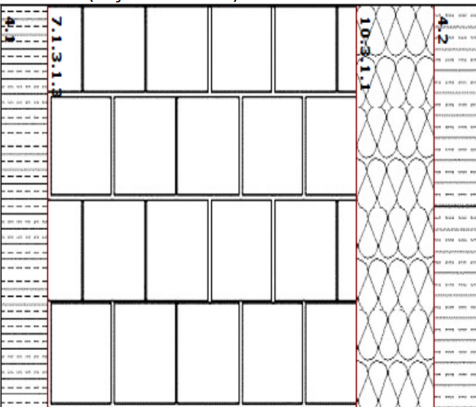
Region: Europe  
Location: Turkey  
City: Bursa  
Latitude: 40,1 deg  
Longitude: -29,4 deg  
Elevation: 99,0 m  
Summer Design DB: 37,0 °C  
Summer Coincident WB: 25,0 °C  
Summer Daily Range: 13,7 K  
Winter Design DB: -6,0 °C  
Winter Coincident WB: -7,0 °C

Atmospheric Clearness Number: 1,00  
Average Ground Reflectance: 0,33  
Soil Conductivity: 0,800 W/(m K)  
Design Clg Calculation Months: Jan to Dec  
Time Zone (GMT +/-): -2,0 hours  
Daylight Savings Time:  Yes  No  
DST Begins: Mar 29  
DST Ends: Oct 31  
Data Source:  
User Modified

OK Cancel Help

Şekil 4.1 Dış hava şartlarının programda belirlenmesi

Sonraki işlem ise Şekil 4.2., Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te dış duvar, çatı ve taban yapı bileşenlerini programa tanıtmaktır. Bu sayede ısı kaybı olacak yüzeylerin U değerleri belirlenmiş olur.

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI  |                  | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | Isıl İletkenlik Direnci | Isıl Geçirgenlik Katsayısı |
|---|------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|   |                  | d (m)                     | $\lambda_n$ (W/mK)           | R (m <sup>2</sup> K/W)  | U (W/m <sup>2</sup> K)     |
| <b>DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )</b>   |                  |                           |                              |                         |                            |
|  | 1/α <sub>i</sub> |                           |                              | 0,13                    |                            |
|   | 4.1              | 0,03                      | 1,0                          | 0,03                    |                            |
|   | 7.1.3.1.3        | 0,2                       | 0,35                         | 0,57                    |                            |
|   | 10.3.1.1         | 0,05                      | 0,035                        | 1,43                    |                            |
|   | 4.2              | 0,03                      | 1,6                          | 0,02                    |                            |
| 1/α <sub>e</sub>  |                  |                           | 0,04                         |                         |                            |
| <b>TOPLAM</b>   |                  |                           |                              | <b>2,22</b>             | <b>0,451</b>               |

Şekil 4.2 Dış duvar yapı bileşenlerinin programa girilmesi

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI        |                  |  | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | Isıl İletkenlik Direnci | Isıl Geçirgenlik Katsayısı |
|---------------------------------|------------------|--|---------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                 |                  |  | d                         | $\lambda_h$                  | R                       | U                          |
|                                 |                  |  | (m)                       | (W/mK)                       | (m <sup>2</sup> K/W)    | W/m <sup>2</sup> K         |
| <b>CA-1-Tavan( Üzeri Açık )</b> |                  |  |                           |                              |                         |                            |
| 1/α <sub>e</sub>                |                  |  |                           |                              | 0,04                    |                            |
| 8.2.2.1                         | 8.2.2.1          | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)  |                           |                              |                         |                            |
|                                 | 8.2.2.1          | Yatık yongalı levhalar ( TS 180, TS 1617)  | 0,02                      | 0,13                         | 0,15                    |                            |
| 10.5.2                          | 10.5.2           | Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 040 | 0,08                      | 0,040                        | 2                       |                            |
|                                 | 9.2.2.2          | Cam tülü armatürlü bitümlü pestil  | 0,001                     | 0,19                         | 0,01                    |                            |
|                                 | 9.1.3            | Sentetik malzemeden kaplamalar ( örnek:PVC )   | 0,01                      | 0,23                         | 0,04                    |                            |
|                                 | 1/α <sub>i</sub> | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)   |                           |                              | 0,13                    |                            |
| 9.1.3                           |                  |  |                           |                              |                         |                            |
| <b>TOPLAM</b>                   |                  |  |                           |                              | <b>2,37</b>             | <b>0,421</b>               |

Şekil 4.3 Çatı yapı bileşenlerinin programa girilmesi

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI            |                  |  | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | Isıl İletkenlik Direnci | Isıl Geçirgenlik Katsayısı |
|-------------------------------------|------------------|--|---------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                     |                  |  | d                         | $\lambda_h$                  | R                       | U                          |
|                                     |                  |  | (m)                       | (W/mK)                       | (m <sup>2</sup> K/W)    | W/m <sup>2</sup> K         |
| <b>TT-1-Taban( Toprak Temaslı )</b> |                  |  |                           |                              |                         |                            |
| 1/α <sub>e</sub>                    |                  |  |                           |                              | 0,17                    |                            |
| 4.6                                 | 4.6              | Çimento harçlı şap   | 0,07                      | 1,4                          | 0,05                    |                            |
| 10.3.2.1.1                          | 10.3.2.1.1       | Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164 e uygun; yoğunluk ≥25; ısı iletkenlik grubu 030   | 0,05                      | 0,030                        | 1,67                    |                            |
| 5.1.2                               | 5.1.2            | Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agregaya veya micir kullanılarak yapılmış betonlar | 0,03                      | 1,65                         | 0,02                    |                            |
| 5.1.1                               | 5.1.1            | Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agregaya veya micir kullanılarak yapılmış betonlar | 0,4                       | 2,5                          | 0,16                    |                            |
| 5.1.2                               | 9.2.2.2          | Cam tülü armatürlü bitümlü pestil  | 0,001                     | 0,19                         | 0,01                    |                            |
|                                     | 9.2.2.2          | Cam tülü armatürlü bitümlü pestil  | 0,001                     | 0,19                         | 0,01                    |                            |
| 2.1                                 | 5.1.2            | Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agregaya veya micir kullanılarak yapılmış betonlar | 0,1                       | 1,65                         | 0,06                    |                            |
|                                     | 3.1              | Kum, çakıl, kırma taş ( micir )  | 0,15                      | 0,70                         | 0,21                    |                            |
|                                     | 2.1              | Kum, kum - çakıl   | 0,15                      | 2,0                          | 0,08                    |                            |
|                                     | 1/α <sub>e</sub> | Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)  |                           |                              | 0                       |                            |
| <b>TOPLAM</b>                       |                  |  |                           |                              | <b>2,44</b>             | <b>0,5x0,412</b>           |

Şekil 4.4 Taban yapı bileşenlerinin programa girilmesi

Bir sonraki işlem mahal alanını, mahal yüksekliğini, binanın ağırlığını (betonarme yapılarda ortalama 341,8 kg/m<sup>2</sup>) ve gerekli hava debisini genel (General) sekmesine gireriz (Şekil 4.5).

Mahal alanı = 245 m<sup>2</sup>, Mahal Yüksekliği = 4 m<sup>2</sup>, Gerekli hava debisi = 5225 m<sup>3</sup>/h = 1451,3 l/s

Space Properties - [KAPALI YÜZME HAVUZU-1]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

Name: **KAPALI YÜZME HAVUZU-1**

Floor Area: **245,0** m<sup>2</sup>

Avg Ceiling Height: **4,0** m

Building Weight: **341,8** kg/m<sup>2</sup>

Light Med. Heavy

OA Ventilation Requirements

Space Usage: <User-Defined>

OA Requirement 1: **1451,3** L/s

OA Requirement 2: **0,0** L/s

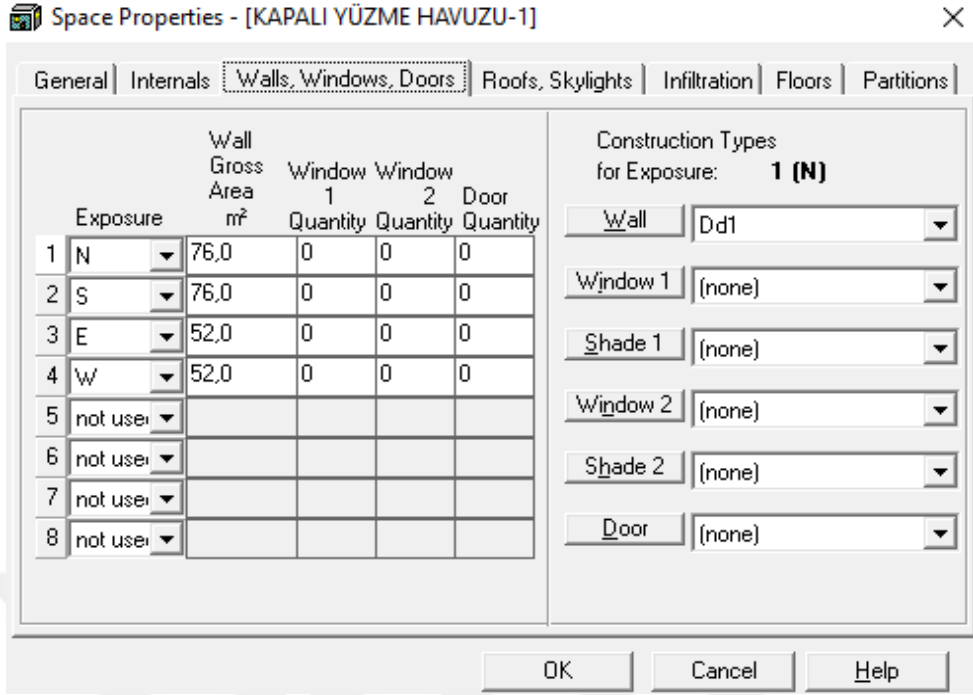
Space usage defaults: ASHRAE Std 62.1-2007  
Defaults can be changed via View/Preferences.

OK Cancel Help

Şekil 4.5 Genel verilerin programa girilmesi

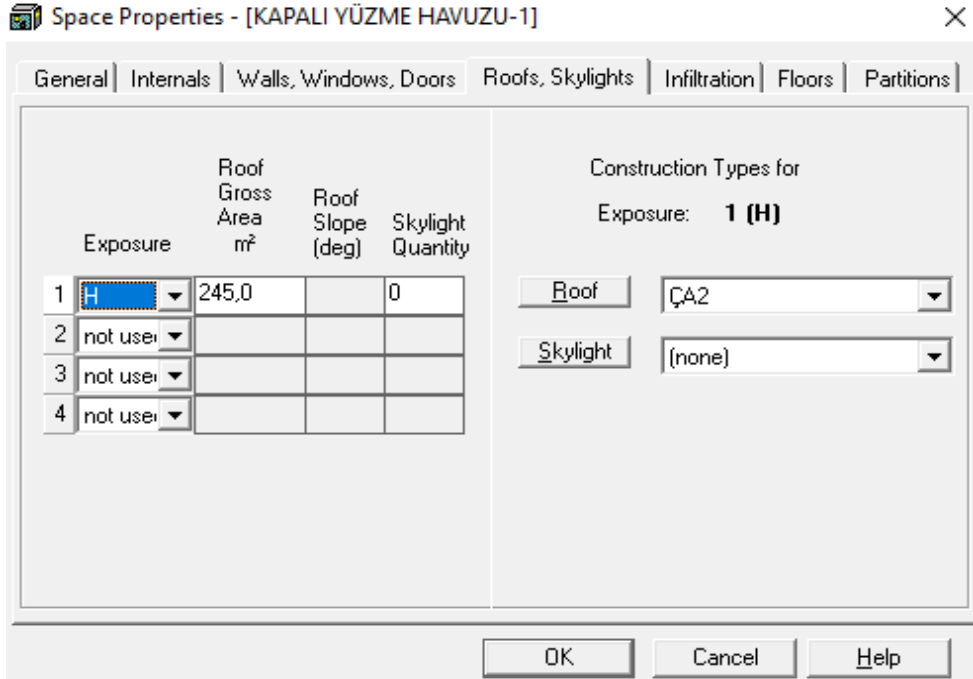
Mahaldeki dış hacme açılan cam ve kapı olmadığından duvar alanlarını, duvarın baktığı cephe seçilerek duvar-cam-kapı (Walls-windows-doors) sekmesine gireriz (Şekil 4.6).

Kuzey cephesi: 76 m<sup>2</sup>, Güney cephesi: 76 m<sup>2</sup>, Doğu cephesi: 52 m<sup>2</sup>, Batı cephesi: 52 m<sup>2</sup>



Şekil 4.6 Duvar alanlarının programa girilmesi

Çatı alanını çatı (Roof-skylights) sekmesine gireriz. Burada çatımız yatay olduğu için H sekmesi yani horizontal kısım seçilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Çatı alanının programa girilmesi

Taban alanını, taban çevresini ve taban U değerini ise taban (Floors) sekmesine gireriz. Burada tabanımız toprak temaslı taban olduğu için toprak üstü taban (Slab floor on grade) sekmesi seçilerek ısı kaybı veri girme işlemlerini tamamlarız (Şekil 4.8).

Space Properties - [KAPALI YÜZME HAVUZU-1]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | **Floors** | Partitions

Floor Type

- Floor Above C<sub>onditioned</sub> Space
- Floor Above U<sub>nconditioned</sub> Space
- Slab Floor On G<sub>rade</sub>
- Slab Floor B<sub>elow</sub> Grade

Slab Floor On Grade

|                                     |       |                       |
|-------------------------------------|-------|-----------------------|
| Floor A <sub>rea</sub>              | 245.0 | m <sup>2</sup>        |
| Total Floor U <sub>-value</sub>     | 0.412 | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Exposed Perimeter                   | 64.0  | m                     |
| Edge Insulation R <sub>-value</sub> | 0.00  | (m <sup>2</sup> .K)/W |

OK Cancel Help

Şekil 4.8 Taban verilerinin programa girilmesi

Isı kaybı verilerinin programa girme işlemi tamamlandıktan sonra sistem bölümünden klima santrali sistemi seçilir ve mahal şartı (30 °C) sisteme tanıtılır.

#### 4.6. Isı Geri Kazanımsız Durumda Program Özeti

Proje verileri girildikten sonra yapılan hesaplar sonucunun özeti Şekil 4.9'dadır, tamamı ise EK-1 olarak sunulmuştur. Hesaplar sonucu seçilen klima santrali özellikleri Çizelge 4.1'deki gibidir.

### Air System Information

Air System Name \_KAPALI YÜZME HAVUZU IGKSIZ-1  
Equipment Class ..... CW AHU  
Air System Type ..... SZCAV

Number of zones ..... 1  
Floor Area ..... 245,0 m<sup>2</sup>  
Location ..... Bursa, Turkey

### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... Jan to Dec  
Sizing Data ..... Calculated

Zone L/s Sizing ..... Sum of space airflow rates  
Space L/s Sizing ..... Individual peak space loads

### Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load ..... 66,5 kW  
Coil L/s at Des Htg ..... 1451 L/s  
Max coil L/s ..... 1451 L/s  
Water flow @ 20,0 K drop ..... 0,80 L/s

Load occurs at ..... Des Htg  
W/m<sup>2</sup> ..... 271,5  
Ent. DB / Lvg DB ..... -6,0 / 32,4 °C

### Şekil 4.9 Isı geri kazanımsız ısıtıcı batarya hesabı program özeti

### Çizelge 4.1 Isı geri kazanımsız klima santrali özellikleri

| Isı geri kazanımsız sonuç  |      |                   |
|----------------------------|------|-------------------|
| Vantilatör debisi          | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Aspiratör debisi           | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Taze hava debisi           | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Isıtıcı batarya kapasitesi | 66,5 | kW                |

Program özetinde görüldüğü üzere, ısı geri kazanım kullanılmadan yapılan çalışma sonucunda ısıtma bataryası 66,5 kW bulunmuştur. Matematiksel işlemler sonucu elde edilen sonuç 68,2 kW'tır. Yaklaşık %2 sapma olduğu belirlenmiştir.

#### 4.7. Isı Geri Kazanımlı Durumda Program Özeti

Isı geri kazanım verimi %50 olarak belirlenmiştir. Sistem sekmesinden ısı geri kazanım işaretlenip verim %50 olarak programa girilmiştir. Yapılan hesaplar sonucunun özeti Şekil 4.10'dadır, tamamı ise EK-2 olarak sunulmuştur. Hesaplar sonucu seçilen klima santrali özellikleri Çizelge 4.2'deki gibidir.

##### Air System Information

Air System Name ...\_KAPALI YÜZME HAVUZU IGKLI  
Equipment Class ..... CW AHU  
Air System Type ..... SZCAV

Number of zones ..... 1  
Floor Area ..... 245,0 m<sup>2</sup>  
Location ..... Bursa, Turkey

##### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... Jan to Dec  
Sizing Data ..... Calculated

Zone L/s Sizing ..... Sum of space airflowrates  
Space L/s Sizing ..... Individual peak space loads

##### Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load ..... 36,4 kW  
Coil L/s at Des Htg ..... 1451 L/s  
Max coil L/s ..... 1451 L/s  
Water flow @ 20,0 K drop ..... 0,43 L/s

Load occurs at ..... Des Htg  
W/m<sup>2</sup> ..... 148,4  
Ent. DB / Lvg DB ..... 11,4 / 32,4 °C

**Şekil 4.10** Isı geri kazanımlı ısıtıcı batarya hesabı program özeti

**Çizelge 4.2** Isı geri kazanımlı klima santrali özellikleri

| Isı geri kazanımlı klima santrali |      |                   |
|-----------------------------------|------|-------------------|
| Vantilatör debisi                 | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Aspiratör debisi                  | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Taze hava debisi                  | 5225 | m <sup>3</sup> /h |
| Isıtıcı batarya kapasitesi        | 36,4 | KW                |



Program özetinde görüldüğü üzere, ısı geri kazanım kullanılarak yapılan çalışma sonucunda ısıtma bataryası 36,4 kW bulunmuştur. Matematiksel işlemler sonucu elde edilen sonuç 36,7 kW'tır. Yaklaşık %1 sapma olduğu belirlenmiştir.

#### 4.8. Isı Geri Kazanım Ünitesi Amortisman Süresi Hesabı

Bir varlığın öngörülen hizmet süresi boyunca artık değerinden sonraki elde edilme maliyetinin dönemlere dağıtılması veya bir taşınmazın belli bir süre sonra kendi fiyatını elde etmesine amortisman denir. Isı geri kazanım ünitesi için amortisman süresi hesabında cihazın yıllık çalışma süresinde diversite uygulanmıştır. Bunun sebebi dış hava şartının sürekli -6°C olmayacağıdır. Bursa için kış ayları ortalama sıcaklık değeri meteoroloji bursa verileri kısmından alınmıştır. Isıtıcı bataryaya gelen sıcak su doğalgaz ile ısıtılmıştır. Doğalgaz birim fiyatı Bursagaz 2018 fiyatlandırmasıdır.

Isı geri kazanımsız ısıtıcı batarya = 68,2 kW, Isı geri kazanımlı ısıtıcı batarya = 36,7 kW, Enerji kazanımı = 31,5 kW, Cihazın yıllık ısıtma süresi = 6 ay, Cihazın kış ayında günlük çalışma süresi = 8 saat, Kış ayları ortalama dış hava şartı = 10 °C (Meteoroloji Bursa verileri), Tasarım iç sıcaklığı = 30 °C, Bursa kış ayları dış hava sıcaklığı = -6 °C, Doğalgaz alt ısı değeri = 8250 kcal/h (9,6 kW), Doğalgaz birim fiyatı = 1,21 TL/m<sup>3</sup> (Bursagaz 2018 verileri),  $Q_{günlük}$  = Günlük enerji kazancı,  $Q_{aylık}$  = Aylık enerji kazancı,  $Q_{yillik}$  = Günlük enerji kazancı

$$Diversite = (30 - 20) / (30 - (-6)) = 0,55$$

$$Q_{günlük} = 31,5 * 8 = 252 \text{ kw/h}$$

$$Q_{aylık} = 252 * 30 = 7560 \text{ kw/h}$$

$$Q_{yillik} = 7560 * 6 * 0,55 = 24948 \text{ kw/h}$$

$$Yıllık doğalgaz tasarrufu = 24948 / 9,6 = 2599 \text{ m}^3$$

$$Yıllık kazanç = 2599 * 1,21 = 3145 \text{ TL/yıl}$$

Isı geri kazanım ünitesi için X firmasından 2018 yılı için fiyat teklifi alınmıştır. Projede seçilen cihaz için ısı geri kazanım ünitesi fiyatı 12350 TL'dir.

Projedeki ısı geri kazanım ünitesi için amortisman hesabı:

$$\text{Amortisman süresi} = \text{Maliyet/Yıllık kazanç} \quad (4.11)$$

$$\text{Amortisman süresi} = 12350/3145 = 4 \text{ yıl}$$

Doğru tasarım ne kadar önemliyse tasarım sonrası enerji sarfiyatı da o kadar önemlidir. Günümüzde enerji elde etmek o kadar zor ve zahmetli bir durumdadır. Enerjinin boşa sarfiyatı sadece harcanan para olarak düşünülmemelidir. Aynı zamanda çevremizi de etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Bu sebeple verimli bir ısı geri kazanım sisteminin de tasarıma eklenmesi en doğru çözüm olacaktır. Kapalı yüzme havuzlarında sadece buharlaşan su ile değil aynı zamanda sıçrama, insan vücudu üzerinde ki su ve havuz çeperlerinden iletim yoluyla olan ısı kaybı gibi birçok enerji kaybına sebep olan etken vardır. Kaybolan su yerine yenisi ilave edilmekte ve su sıcaklığı sabit tutulmaktadır. Ortamdan emiş yapılan havanın elektrik yoluyla nem alma işlemi yapılmaktadır. Bu işlemlerin hepsi enerji maliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğru tasarım ile ortam havasının tamamı ya da bir miktarı tekrardan mahalle gönderilebilir. Tasarımın doğruluğunun yanında bir önemli etken de işletme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmada bir kapalı yüzme havuzunun havalandırma tesisatı tasarlanmıştır. Bu tasarım sonucunda seçilen havalandırma cihazı hem havuz mahallini iklimlendirmekte hem de havalandırmaktadır. Çalışmada 2 türlü senaryo incelenmiş, ısı geri kazanım kullanılması durumu ve kullanılmaması durumundaki sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan ısı geri kazanımlı ve ısı geri kazanımsız ısı kayıpları hesabı değerlendirildiğinde ısıtma bataryası kapasitesi farkı 31,5 kW olmaktadır. Aynı veriler bilgisayar destekli analiz programına girilmiş, matematiksel modelleme ile program sonuçları arasında ısı geri kazanımsız durumda %2, ısı geri kazanımlı durumda %1 sapma olduğu belirlenmiştir. Bir kapalı havuz için yapılan bu analizde de görüldüğü üzere havalandırma sistemlerinde ısı geri kazanım önemli bir detaydır. Bu durum kapalı yüzme havuzlarının

havalandırma tesisatının tasarımında göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Analizi yapılan bir adet yüzme havuzu için batarya artış oranı iki kattan fazla olduğu göz önüne alındığında klima santral sayısının artması enerji sarfiyatını ciddi oranda artıracaktır.



## 5. SONUÇ

Enerjinin oldukça önem kazandığı günümüzde enerji sarfiyatını minimize etmek her tasarımcının tasarımında göz önünde bulundurması gereken bir konudur. Ülke olarak enerji üreten değil enerji satın alan bir ülkeyiz. Bu sebeple enerjiyi sarfiyatını minimize etmek tasarımın en önemli aşaması olmalıdır. Tasarım tek başına düşünülmemelidir. Kapalı Yüzme havuzlarının tasarımı yapılırken düşünülmeyen ve eksik kalan bir parametre vardır. Bu parametre, yüzme havuzu tasarlanırken sistemin tükettiği enerjinin, havuz mahallindeki nem ve sıcaklık değerlerinin ölçülmesi ve izlenmesidir. Tesis tasarlanırken bu parametreler dikkate alınıp tasarım sırasında bir veri toplama ve bu verileri inceleme sistemi yapılmalıdır. Belirli zaman aralıklarınca toplanan veriler bir toplama merkezinde elektronik ortamda incelenebilir. Bu sayede toplanan veriler değerlendirilerek tesisin geleceği ile ilgili daha sağlıklı kararlar verilebilir. Mevcutta bulunan tasarımın iyileştirilebilmesi ve alınabilecek önlemler sistemin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır.

Kapalı yüzme havuzu tasarımında, havuz mahallinin konfor şartlarını sağlamak önemli bir husustur. Ayrıca enerji verimliliği, ortam neminin uzaklaştırılması da bir zorunluluk halini almıştır. Bu çalışmada kapalı yüzme havuzunun havalandırma projesinin tasarımı yapılmış, ortamın nemi insan sağlığına ve işletmeye zarar vermemesi için ortamdan uzaklaştırılmıştır. Seçilen bir adet klima santrali için ısı geri kazanım kullanılması ve kullanılmaması durumunda sonuçlar incelenmiştir. Isı geri kazanımsız durumda ısıtıcı batarya kapasitesi 68,2 kW, ısı geri kazanımlı durumda ısıtıcı batarya kapasitesi 36,7 kW olarak belirlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında batarya kapasitesi yaklaşık iki kat oranda düşüş göstermektedir. Aynı veriler bilgisayar destekli programa girilmiş ve sonuçlar gözlemlenmiştir. Karşılaştırma sonucunda ısı geri kazanımsız durumda %2, ısı geri kazanımlı durumda %1 farklılık olduğu belirlenmiştir.

- Kapalı yüzme havuzlarında nem kontrolü kesinlikle yapılmalıdır, nem, hem konfor şartları için, hem de yapı elemanlarını korumak amacıyla kontrol edilmelidir.

- Kapalı yüzme havuzları, işletme sırasında çok fazla enerjiye ihtiyaç duyduklarından, ısı geri kazanım sistemi kesinlikle düşünülmelidir.
- Gece işletiminde havuz kullanılmadığında, buharlaşma miktarını azaltmak amacıyla havuzun üzeri örtülmelidir.
- Yapı elemanları üzerine kondenzasyonu engellemek için nem + ısı izolasyonu yapılmalıdır.
- Mahalden alınan hava yüksek nemli olduğundan, kullanılacak tüm cihazlar, korozyona karşı ömrü arttırmak için, içten boyalı veya paslanmaz çelik olmalıdır.
- Cam, pencere gibi yapı elemanlarının yüzey sıcaklığını arttırarak yoğuşmayı engellemek için, üfleme havası kanal tasarımı camları yalayacak şekilde yapılmalıdır.
- Havuz suyu sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasında en az 2°C sıcaklık farkı kabul edilmelidir.
- Kapalı yüzme havuzlarında soğutma tercih edilmemeli, özel durumlarda isteniyorsa, üfleme sıcaklığı ortam sıcaklığının en fazla 6°C altında olması sağlanmalıdır.
- Hava kanalı tasarımında, üfleme alt kottan, egzost üst kottan havuz üzerinden yapılmalıdır, mimari zorunluluktan dolayı üfleme de üstten yapılacaksa, menfez seçimlerinde hava sıcaklığına dikkat etmek ve uygun menfezi seçmek gerekir.

## KAYNAKLAR

- Alan, A., Bayrakçı, H.C., Delikanlı, K. 2005.** Kapalı Yüzme Havuzlarında Havalandırma. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (87): 21-26.
- Anonim, 2007.** Carrier Hourly Analysis Program (Data Source ASHRAE 2007)
- Anonim, 2015.** IM Limited Company (<http://www.esanjorler.com/urunpdf/> , 2018).
- Arıcı, M., Seçilmiş, M. 2005.** Kapalı Yüzme Havuzlarının Nem Kontrolü Ve Ekonomik Olarak İklimlendirilmesi. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 23-26 Kasım 2005, İzfaş, İzmir.
- Besant, R.W. , Simpson, J.C. (Çeviren Çakmanus, İ.), 2001.** Havadan havaya ısı geri kazanımı. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (16): 37-42.
- Clasen, E. 1998.** Wirtschaftliche Energieversorgung von Hallenbädern. Teil 1 IKZ-HAUSTECHNIK, Seite 48 ff.
- Demirel, Ö. 2001.** Klima Sistemlerinde Isı Geri Kazanımı. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (16): 30-31.
- Doğan, V. 2007.** Kapalı Yüzme Havuzlarının Klima Dizaynı. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (97): 38-45.
- Doğan, V., İlhan, C.D. 2017.** Kapalı Yüzme Havuzlarının Klima Dizaynı. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (160): 55-64.
- Güngör, A., Güngör, S. 2005.** Havalı İklimlendirme Sistemlerinde Ekonomizer Çevrimi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (89): 78-87.
- İşbilen, İ. 1999.** Kapalı Yüzme Havuzlarında Klimatizasyon. Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 214, İstanbul s. 23-41
- Şahan, A.M. 1999.** HVAC Uygulamalarında Isı Geri Kazanımı. IV Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Kasım 1999, Tmmob makine mühendisleri odası, İzmir.
- Şahan, M. 2005.** İklimlendirme Sistemlerinde Isı Geri Kazanım. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (88): 5-12.
- Şentürk, U., Aktakka S., Toksoy M. 2015.** Havalandırmada Enerji Geri Kazanımı: Araştırma ve Geliştirme / İç Çevre Kalitesi Seminerleri, Nisan 2015, Teskon, İzmir.
- Tosun, H., Söylemez, E., Özşen, M. 2013.** Isı Borulu Isı Geri Kazanım ve Nem Alma Ünitesi. XI Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Nisan 2013, Teskon, İzmir.

## **EKLER**

- EK 1** Isı Geri Kazanımsız Deney Verileri
- EK 2** Isı Geri Kazanımlı Deney Verileri
- EK 3** Psikrometrik Diyagram



## EK 1 Isı Geri Kazanımsız Deney Verileri

### EK 1.1. Deney verileri hesap özeti

#### Air System Information

Air System Name ..\_KAPALI YÜZME HAVUZU IGKSIZ-1  
Equipment Class ..... CW AHU  
Air System Type ..... SZCAV

Number of zones ..... 1  
Floor Area ..... 245,0 m<sup>2</sup>  
Location ..... Bursa, Turkey

#### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... Jan to Dec  
Sizing Data ..... Calculated

Zone L/s Sizing ..... Sum of space airflow rates  
Space L/s Sizing ..... Individual peak space loads

#### Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load ..... 66,5 kW  
Coil L/s at Des Htg ..... 1451 L/s  
Max coil L/s ..... 1451 L/s  
Water flow @ 20,0 K drop ..... 0,80 L/s

Load occurs at ..... Des Htg  
W/m<sup>2</sup> ..... 271,5  
Ent. DB / Lvg DB ..... -6,0 / 32,4 °C



## EK 1.2. Denev verileri hesap özeti (Devamı)

### Air System Information

Air System Name **KAPALI YÜZME HAVUZU IGKSIZ-1**  
 Equipment Class **CW AHU**  
 Air System Type **SZCAV**

Number of zones ..... **1**  
 Floor Area ..... **245,0 m<sup>2</sup>**  
 Location ..... **Bursa, Turkey**

### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**  
 Sizing Data ..... **Calculated**

Zone L/s Sizing ..... **Sum of space airflow rates**  
 Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

### Zone Terminal Sizing Data

| Zone Name             | Design Supply Airflow (L/s) | Minimum Supply Airflow (L/s) | Zone L/(s·m <sup>2</sup> ) | Reheat Coil Load (kW) | Reheat Coil Water L/s @ 20,0 K | Zone Htg Unit Coil Load (kW) | Zone Htg Unit Water L/s @ 20,0 K | Mixing Box Fan Airflow (L/s) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1 | 1451                        | 1451                         | 5,92                       | 0,0                   | -                              | 0,0                          | 0,00                             | 0                            |

### Zone Peak Sensible Loads

| Zone Name             | Zone Cooling Sensible (kW) | Time of Peak Sensible Cooling Load | Zone Heating Load (kW) | Zone Floor Area (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1 | 10,6                       | Jul 1700                           | 9,1                    | 245,0                             |

### Space Loads and Airflows

| Zone Name / Space Name       | Mult. | Cooling Sensible (kW) | Time of Peak Sensible Load | Air Flow (L/s) | Heating Load (kW) | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Space L/(s·m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|-------|-----------------------|----------------------------|----------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>KAPALI YÜZME HAVUZU-1</b> |       |                       |                            |                |                   |                              |                             |
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1        | 1     | 10,6                  | Jul 1700                   | 1451           | 9,1               | 245,0                        | 5,92                        |

### EK 1.3. Toplam ısı kaybı özeti

|                                    | DESIGN COOLING   |              |            | DESIGN HEATING   |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|------------|--|--------------|--------------|
|                                    | NO COOLING DATA  |              |            | HEATING DATA AT DES HTG  |              |              |
|                                    | NO COOLING OA DB / WB  |              |            | HEATING OA DB / WB -6,0 °C / -7,0 °C                                   |              |              |
| ZONE LOADS                         | Details  | Sensible (W) | Latent (W) | Details  | Sensible (W) | Latent (W)   |
| Window & Skylight Solar Loads      | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -            |
| Wall Transmission                  | 256 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 256 m <sup>2</sup>   | 4391         | -            |
| Roof Transmission                  | 245 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 245 m <sup>2</sup>   | 3612         | -            |
| Window Transmission                | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | 0            | -            |
| Skylight Transmission              | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | 0            | -            |
| Door Loads                         | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | 0            | -            |
| Floor Transmission                 | 245 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 245 m <sup>2</sup>   | 1066         | -            |
| Partitions                         | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | 0            | -            |
| Ceiling                            | 0 m <sup>2</sup>   | -            | -          | 0 m <sup>2</sup>   | 0            | -            |
| Overhead Lighting                  | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Task Lighting                      | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Electric Equipment                 | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| People                             | -  | -            | -          | 0  | 0            | 0            |
| Infiltration                       | -  | -            | -          | -  | 0            | 0            |
| Miscellaneous                      | -  | -            | -          | -  | 0            | 0            |
| Safety Factor                      | 10% / 10%  | -            | -          | 0%   | 0            | 0            |
| <b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>   | -  | -            | -          | -  | <b>9069</b>  | <b>0</b>     |
| Zone Conditioning                  | -  | -            | -          | -  | 8601         | 0            |
| Plenum Wall Load                   | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Plenum Roof Load                   | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Plenum Lighting Load               | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Return Fan Load                    | -  | -            | -          | 1451 L/s   | -1209        | -            |
| Ventilation Load                   | -  | -            | -          | 1451 L/s   | 60341        | 49014        |
| Supply Fan Load                    | -  | -            | -          | 1451 L/s   | -1209        | -            |
| Space Fan Coil Fans                | -  | -            | -          | -  | 0            | -            |
| Duct Heat Gain / Loss              | 0%   | -            | -          | 0%   | 0            | -            |
| <b>&gt;&gt; Total System Loads</b> | -  | -            | -          | -  | <b>66523</b> | <b>49014</b> |
| Central Heating Coil               | -  | -            | -          | -  | 66523        | -            |
| Humidification Load                | -  | -            | -          | -  | -            | 49014        |
| <b>&gt;&gt; Total Conditioning</b> | -  | -            | -          | -  | <b>66523</b> | <b>49014</b> |
| <b>Key:</b>                        | <b>Positive values are clg loads<br/>Negative values are htg loads</b> |              |            | <b>Positive values are htg loads<br/>Negative values are clg loads</b> |              |              |

#### EK 1.4. İletim yoluyla ısı kaybı özeti

| TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" In Zone "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" |   |                 |               |  |                 |               |
|--|---|-----------------|---------------|--|-----------------|---------------|
|  | DESIGN COOLING  |                 |               | DESIGN HEATING   |                 |               |
|  | COOLING DATA AT Jul 1700<br>COOLING OA DB / WB 35,6 °C / 24,7 °C<br>OCCUPIED T-STAT 30,0 °C |                 |               | HEATING DATA AT DES HTG<br>HEATING OA DB / WB -6,0 °C / -7,0 °C<br>OCCUPIED T-STAT 29,0 °C |                 |               |
| SPACE LOADS  | Details   | Sensible<br>(W) | Latent<br>(W) | Details  | Sensible<br>(W) | Latent<br>(W) |
| Window & Skylight Solar Loads  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | -               | -             |
| Wall Transmission  | 256 m <sup>2</sup>  | 641             | -             | 256 m <sup>2</sup>   | 4391            | -             |
| Roof Transmission  | 245 m <sup>2</sup>  | 2478            | -             | 245 m <sup>2</sup>   | 3612            | -             |
| Window Transmission  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Skylight Transmission  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Door Loads   | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Floor Transmission   | 245 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 245 m <sup>2</sup>   | 1066            | -             |
| Partitions   | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Ceiling  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Overhead Lighting  | 6125 W  | 6125            | -             | 0  | 0               | -             |
| Task Lighting  | 0 W   | 0               | -             | 0  | 0               | -             |
| Electric Equipment   | 0 W   | 0               | -             | 0  | 0               | -             |
| People   | 5   | 410             | 396           | 0  | 0               | 0             |
| Infiltration   | -   | 0               | 0             | -  | 0               | 0             |
| Miscellaneous  | -   | 0               | 1000          | -  | 0               | 0             |
| Safety Factor  | 10% / 10%   | 965             | 140           | 0%   | 0               | 0             |
| >> Total Zone Loads  | -   | 10620           | 1535          | -  | 9069            | 0             |

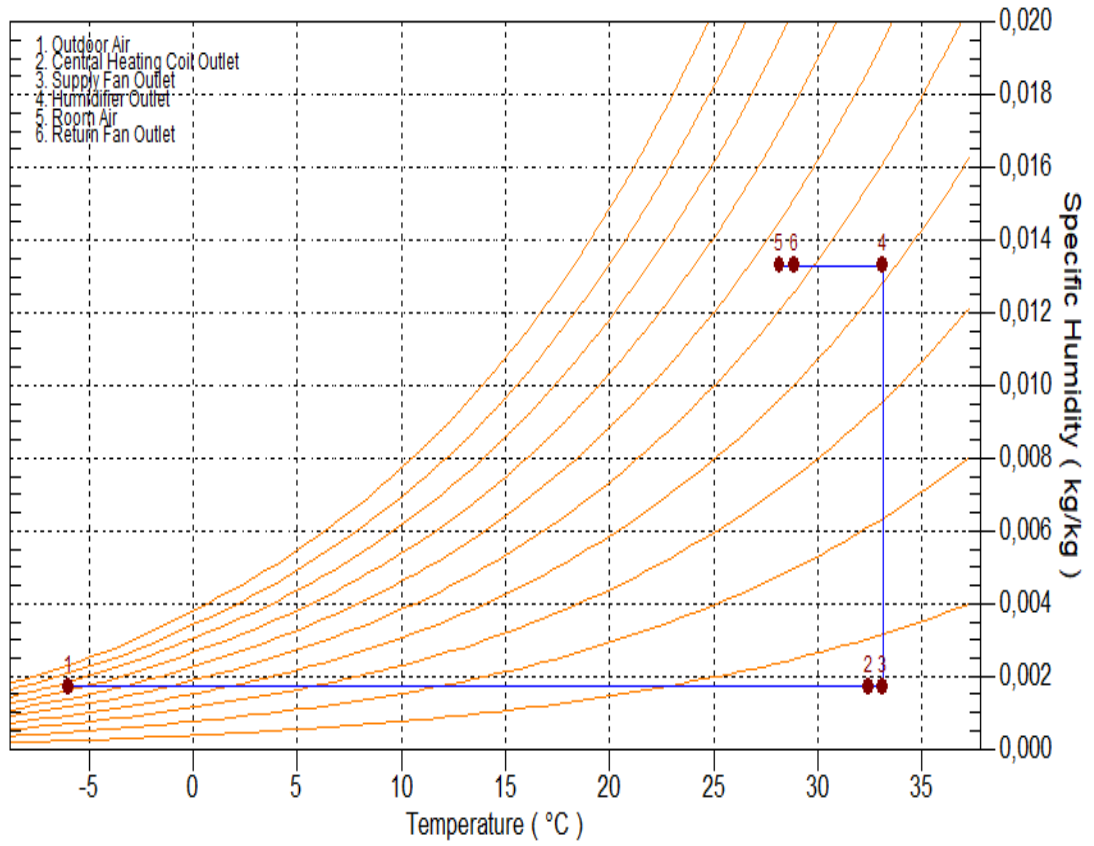
| TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" In Zone "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" |                   |                         |        |         |         |         |
|---|-------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|
|   |                   |                         |        | COOLING | COOLING | HEATING |
|   | Area              | U-Value                 | Shade  | TRANS   | SOLAR   | TRANS   |
|   | (m <sup>2</sup> ) | (W/(m <sup>2</sup> ·K)) | Coeff. | (W)     | (W)     | (W)     |
| <b>N EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 76                | 0,490                   | -      | 96      | -       | 1304    |
| <b>S EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 76                | 0,490                   | -      | 198     | -       | 1304    |
| <b>E EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 52                | 0,490                   | -      | 222     | -       | 892     |
| <b>W EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 52                | 0,490                   | -      | 126     | -       | 892     |
| <b>H EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| ROOF  | 245               | 0,421                   | -      | 2478    | -       | 3612    |

### EK 1.5. Psikrometrik diyagramda gösterim

Location: Bursa, Turkey

Altitude: 99,0 m.

Data for: WINTER DESIGN HEATING



## EK 2 Isı Geri Kazanımlı Deney Verileri

### EK 2.1. Deney verileri hesap özeti

#### Air System Information

Air System Name ...\_KAPALI YÜZME HAVUZU IGKLI  
Equipment Class ..... CW AHU  
Air System Type ..... SZCAV

Number of zones ..... 1  
Floor Area ..... 245,0 m<sup>2</sup>  
Location ..... Bursa, Turkey

#### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... Jan to Dec  
Sizing Data ..... Calculated

Zone L/s Sizing ..... Sum of space airflowrates  
Space L/s Sizing ..... Individual peak space loads

#### Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load ..... 36,4 kW  
Coil L/s at Des Htg ..... 1451 L/s  
Max coil L/s ..... 1451 L/s  
Water flow @ 20,0 K drop ..... 0,43 L/s

Load occurs at ..... Des Htg  
W/m<sup>2</sup> ..... 148,4  
Ent. DB / Lvg DB ..... 11,4 / 32,4 °C

## EK 2.2. Denev verileri hesap özeti (Devamı)

### Air System Information

Air System Name ... **KAPALI YÜZME HAVUZU İGKLI** Number of zones ..... **1**  
 Equipment Class ..... **CW AHU** Floor Area ..... **245,0 m<sup>2</sup>**  
 Air System Type ..... **SZCAV** Location ..... **Bursa, Turkey**

### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec** Zone L/s Sizing ..... **Sum of space airflow rates**  
 Sizing Data ..... **Calculated** Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

### Zone Terminal Sizing Data

| Zone Name             | Design Supply Airflow (L/s) | Minimum Supply Airflow (L/s) | Zone L/(s·m <sup>2</sup> ) | Reheat Coil Load (kW) | Reheat Coil Water L/s @ 20,0 K | Zone Htg Unit Coil Load (kW) | Zone Htg Unit Water L/s @ 20,0 K | Mixing Box Fan Airflow (L/s) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1 | 1451                        | 1451                         | 5,92                       | 0,0                   | -                              | 0,0                          | 0,00                             | 0                            |

### Zone Peak Sensible Loads

| Zone Name             | Zone Cooling Sensible (kW) | Time of Peak Sensible Cooling Load | Zone Heating Load (kW) | Zone Floor Area (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1 | 10,6                       | Jul 1700                           | 9,1                    | 245,0                             |

### Space Loads and Airflows

| Zone Name / Space Name       | Mult. | Cooling Sensible (kW) | Time of Peak Sensible Load | Air Flow (L/s) | Heating Load (kW) | Floor Area (m <sup>2</sup> ) | Space L/(s·m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|-------|-----------------------|----------------------------|----------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>KAPALI YÜZME HAVUZU-1</b> |       |                       |                            |                |                   |                              |                             |
| KAPALI YÜZME HAVUZU-1        | 1     | 10,6                  | Jul 1700                   | 1451           | 9,1               | 245,0                        | 5,92                        |

### EK 2.3. Toplam ısı kaybı özeti

| ZONE LOADS                         | DESIGN COOLING   |              |            | DESIGN HEATING   |              |              |
|------------------------------------|--|--------------|------------|--|--------------|--------------|
|                                    | NO COOLING DATA  |              |            | HEATING DATA AT DES HTG  |              |              |
|                                    | NO COOLING OA DB / WB  |              |            | HEATING OA DB / WB -6,0 °C / -7,0 °C                           |              |              |
|                                    | Details  | Sensible (W) | Latent (W) | Details  | Sensible (W) | Latent (W)   |
| Window & Skylight Solar Loads      | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | -            | -            |
| Wall Transmission                  | 256 m²   | -            | -          | 256 m²   | 4391         | -            |
| Roof Transmission                  | 245 m²   | -            | -          | 245 m²   | 3612         | -            |
| Window Transmission                | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | 0            | -            |
| Skylight Transmission              | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | 0            | -            |
| Door Loads                         | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | 0            | -            |
| Floor Transmission                 | 245 m²   | -            | -          | 245 m²   | 1066         | -            |
| Partitions                         | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | 0            | -            |
| Ceiling                            | 0 m²   | -            | -          | 0 m²   | 0            | -            |
| Overhead Lighting                  | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Task Lighting                      | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Electric Equipment                 | -  | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| People                             | -  | -            | -          | 0  | 0            | 0            |
| Infiltration                       | -  | -            | -          | -  | 0            | 0            |
| Miscellaneous                      | -  | -            | -          | -  | 0            | 0            |
| Safety Factor                      | 10% / 10%  | -            | -          | 0%   | 0            | 0            |
| <b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>   | -  | -            | -          | -  | <b>9069</b>  | <b>0</b>     |
| Zone Conditioning                  | -  | -            | -          | -  | 8601         | 0            |
| Plenum Wall Load                   | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Plenum Roof Load                   | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Plenum Lighting Load               | 0%   | -            | -          | 0  | 0            | -            |
| Return Fan Load                    | -  | -            | -          | 1451 L/s   | -1209        | -            |
| Ventilation Load                   | -  | -            | -          | 1451 L/s   | 30171        | 49014        |
| Supply Fan Load                    | -  | -            | -          | 1451 L/s   | -1209        | -            |
| Space Fan Coil Fans                | -  | -            | -          | -  | 0            | -            |
| Duct Heat Gain / Loss              | 0%   | -            | -          | 0%   | 0            | -            |
| <b>&gt;&gt; Total System Loads</b> | -  | -            | -          | -  | <b>36352</b> | <b>49014</b> |
| Central Heating Coil               | -  | -            | -          | -  | 36352        | -            |
| Humidification Load                | -  | -            | -          | -  | -            | 49014        |
| <b>&gt;&gt; Total Conditioning</b> | -  | -            | -          | -  | <b>36352</b> | <b>49014</b> |
| <b>Key:</b>                        | Positive values are clg loads<br>Negative values are htg loads |              |            | Positive values are htg loads<br>Negative values are clg loads |              |              |

## EK 2.4. İletim yoluyla ısı kaybı özeti

| TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" In Zone "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" |   |                 |               |  |                 |               |
|--|---|-----------------|---------------|--|-----------------|---------------|
|  | DESIGN COOLING  |                 |               | DESIGN HEATING   |                 |               |
|  | COOLING DATA AT Jul 1700<br>COOLING OA DB / WB 35,6 °C / 24,7 °C<br>OCCUPIED T-STAT 30,0 °C |                 |               | HEATING DATA AT DES HTG<br>HEATING OA DB / WB -6,0 °C / -7,0 °C<br>OCCUPIED T-STAT 29,0 °C |                 |               |
|  |   | Sensible<br>(W) | Latent<br>(W) |  | Sensible<br>(W) | Latent<br>(W) |
| SPACE LOADS  | Details   |                 |               | Details  |                 |               |
| Window & Skylight Solar Loads  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | -               | -             |
| Wall Transmission  | 256 m <sup>2</sup>  | 641             | -             | 256 m <sup>2</sup>   | 4391            | -             |
| Roof Transmission  | 245 m <sup>2</sup>  | 2478            | -             | 245 m <sup>2</sup>   | 3612            | -             |
| Window Transmission  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Skylight Transmission  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Door Loads   | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Floor Transmission   | 245 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 245 m <sup>2</sup>   | 1066            | -             |
| Partitions   | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Ceiling  | 0 m <sup>2</sup>  | 0               | -             | 0 m <sup>2</sup>   | 0               | -             |
| Overhead Lighting  | 6125 W  | 6125            | -             | 0  | 0               | -             |
| Task Lighting  | 0 W   | 0               | -             | 0  | 0               | -             |
| Electric Equipment   | 0 W   | 0               | -             | 0  | 0               | -             |
| People   | 5   | 410             | 396           | 0  | 0               | 0             |
| Infiltration   | -   | 0               | 0             | -  | 0               | 0             |
| Miscellaneous  | -   | 0               | 1000          | -  | 0               | 0             |
| Safety Factor  | 10% / 10%   | 965             | 140           | 0%   | 0               | 0             |
| >> Total Zone Loads  | -   | 10620           | 1535          | -  | 9069            | 0             |

| TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" In Zone "KAPALI YÜZME HAVUZU-1" |                   |                         |        |         |         |         |
|---|-------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|
|   |                   |                         |        | COOLING | COOLING | HEATING |
|   | Area              | U-Value                 | Shade  | TRANS   | SOLAR   | TRANS   |
|   | (m <sup>2</sup> ) | (W/(m <sup>2</sup> ·K)) | Coeff. | (W)     | (W)     | (W)     |
| <b>N EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 76                | 0,490                   | -      | 96      | -       | 1304    |
| <b>S EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 76                | 0,490                   | -      | 198     | -       | 1304    |
| <b>E EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 52                | 0,490                   | -      | 222     | -       | 892     |
| <b>W EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| WALL  | 52                | 0,490                   | -      | 126     | -       | 892     |
| <b>H EXPOSURE</b>   |                   |                         |        |         |         |         |
| ROOF  | 245               | 0,421                   | -      | 2478    | -       | 3612    |

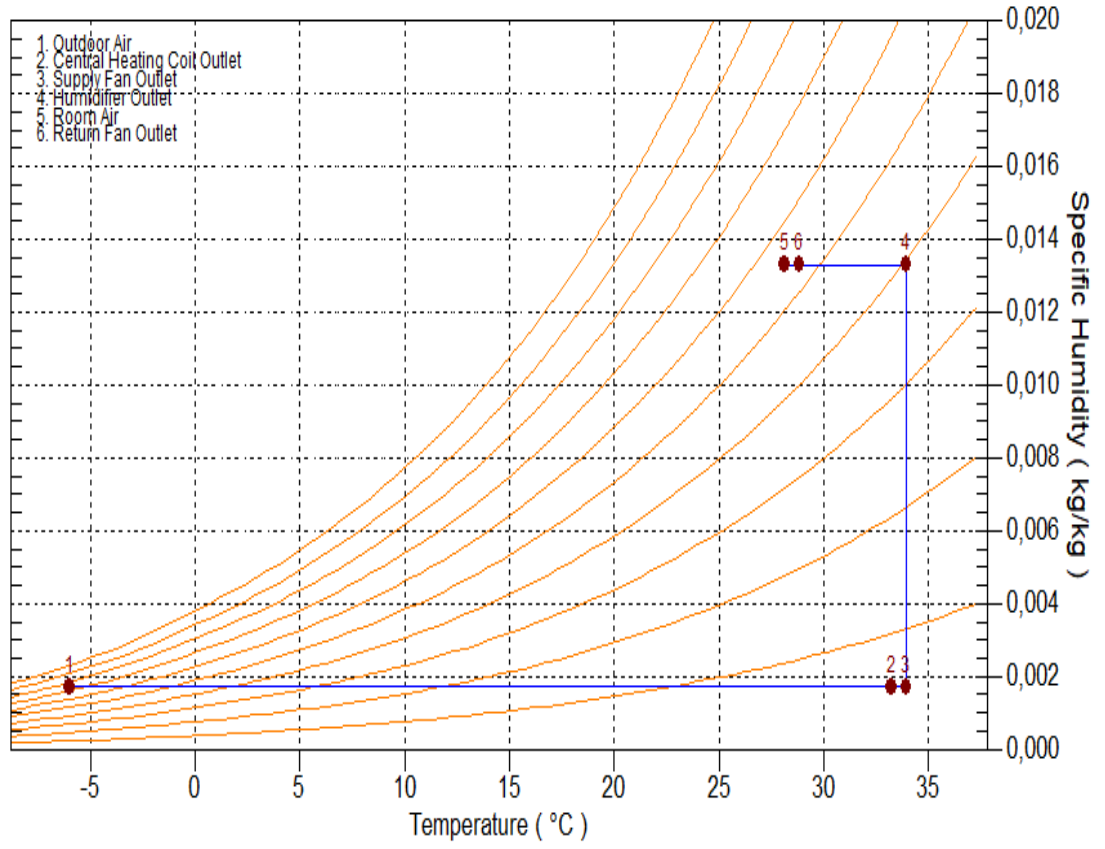


## EK 2.5. Psikrometrik diyagramda gösterim

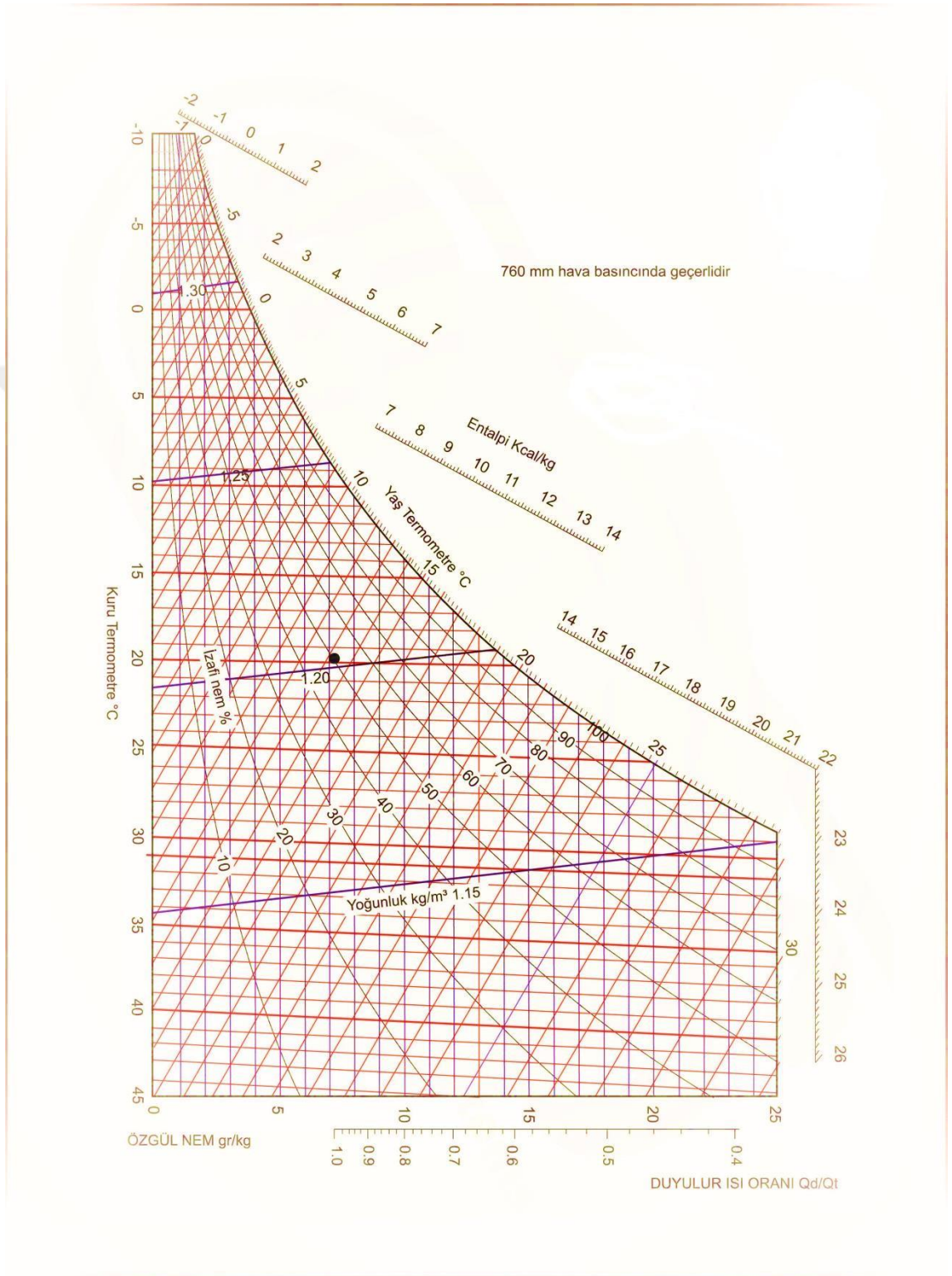
Location: Bursa, Turkey

Altitude: 99,0 m.

Data for: WINTER DESIGN HEATING



### EK 3 Psikrometrik Diyagram



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Saffet Münir PEKER

Doğum Yeri ve Tarihi : Kırşehir / 13.10.1989

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Malcılar Lisesi / 2007

Lisans : Niğde Üniversitesi – Makine Mühendisliği / 2014

Çalıştığı Kurum ve Yıl : Mekanik Proje Mühendislik / 2014 – Halen

İletişim (e-posta) : [saffetmunirpeker@gmail.com](mailto:saffetmunirpeker@gmail.com)