

# KAPALIÇARŞI SANDAL BEDESTEN'İN İKLİMLENDİRİLMESİNDE ISI POMPASI UYGULAMASI

**Mustafa Kemal SEVİNDİR**  
**Semih TEMEL**

## ÖZET

Kapalıçarşı, İstanbul şehrinin merkezinde yer alan dünyanın en büyük ve en eski kapalı çarşılarından biridir. Kapalıçarşı'da 61 adet sokak, 2000' in üzerinde dükkân mevcuttur ve günlük 250000 ile 400000 kişi tarafından ziyaret edilmektedir.

Bugün, Kapalıçarşı 26000 çalışanıyla büyüyen bir yapıdır. 2012 yılında Kapalıçarşı'da altyapı, ısıtma ve aydınlatma sistemlerinde bir yenileme projesi başlatılmıştır. Bu çalışma, HVAC ısıtma ve soğutma sistemlerinin merkezi hale getirilmesi ile ilgilidir. Kapalıçarşı içerisindeki ticari yapıların farklı olmasından dolayı (örneğin; kuyumcu, halıcı, restoran vb.) iç ortam şartları da farklılık göstermektedir.

Kapalıçarşı'nın çekirdeğini Cevahir ve Sandal Bedestenleri oluşturmaktadır. Sandal Bedesten, bir yolu pamuk bir yolu ipekten dokunan ve Sandal adı verilen kumaş satıldığı için ismini buradan almıştır. Sandal Bedesten açık tezgâhlı satış düzeni nedeniyle çarşının diğer bölümlerinden farklı bir karakter göstermektedir. Bu bildiri mahallin iklimlendirilmesi için tasarlanan özel sistem tanıtılacak, hesaplar ve sistem seçimi yapılacaktır.

Dükkânların ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında Carrier HAP v4.5 yazılımı kullanılmıştır. İç yükler, mahallerde insanların bulunma süreleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Analizde, günlük aynı zamanda mevsimsel iklim şartları göz önüne alınmıştır. Kapalıçarşı'nın tamamının ısıtma periyodun da pik ısıtma yükü 3093 kW civarında ve en yüksek soğutma yükü ise Temmuz ayı saat 16:00 da 4047 kW' tır. Sandal Bedestenin ısıtma yükü 230 kW, soğutma yükü 256 kW ve hava debisi 5320 L/s'dir. Kapalıçarşı'daki dükkânların yüklerini incelediğimizde, bazı yerler soğutmaya ihtiyaç duyarken diğerleri ısıtmaya ihtiyaç duymaktadır. Kış mevsiminde, Kapalıçarşı'daki dükkânların bazılarında ısıtma yapılması gerekirken bazılarında soğutma ihtiyacı ortaya çıkabilmektedir.

Kapalıçarşı'nın tarihi yapısından, mimari kısıtlardan aynı zamanda dükkânlar arasındaki ısıtma ve soğutma giderlerinin ödeme zorluğundan dolayı su kaynaklı ısı pompası sistemi tasarımı kabul edilmiştir. Sandal Bedesten özelinde ise bu sisteme bağlı olarak bağımsız bir iklimlendirme sistemi tasarlanmıştır.

Bu bildiri, sistemin detaylı dinamik enerji analizi, ekonomik analizi ve fizibilite çalışması sunulmuştur. Bu sistem, tarihi yapıların ortamını bozmadan modern HVAC gereksinimlerini çözmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kapalı Çarşı, Isı pompası, Tarihi yapılar.

## ABSTRACT

The Grand Bazaar is located inside the walled city of Istanbul and is one of the largest and oldest covered markets in the world, with 61 covered streets and over 2000 shops which attract between 250000 and 400000 visitors daily.

Today the Grand Bazaar is a thriving complex, employing 26000 people. A restoration project started in 2012 to renew its infrastructure, heating and lighting systems. This study is related to the HVAC design to centralize the heating and cooling systems. The variety of the different trades (jewelers, carpet shops, restaurants, etc.) requiring different indoor conditions in the complex makes the application quite difficult.

The Sandal Bedesten and the Cevahir Bedesten constitute the core of the Grand Bazaar. The name of the Sandal Bedesten comes from the fabric, named Sandal which is sold in Grand Bazaar. Sandal Bedesten outdoor bench has a different character from other parts of the bazaar due to the sales order. In this study a specific system for the conditioning of the spaces is presented and calculations and system selection is done.

Heating and cooling loads of the shops have been determined using Carrier's Hourly Analysis Program (HAP) v4.5. Internal loads have been considered using occupancy scenarios. Daily as well as seasonal weather conditions have been adopted into the analysis. The peak heating load of around 3093 kW is reached during the heating period and a peak cooling load of 4047 kW in June 16:00. The Sandal Bedesten's heating load is 230 kW, cooling load is 256 kW and the air flow rate is 5320 L/s. When the loads are examined dynamically, it can be observed among the shops in the Bazaar, that while some require cooling others need heating.

Due to the historical structure of the Grand Bazaar and architectural constraints as well as the difficulty of payment of the heating and cooling costs among the shops, the water source heat pump system has been selected. An independent air-conditioning system for the Sandal Bedesten has been designed.

A detailed dynamic energy analysis of the system, an economic analysis and a feasibility study is presented in the paper. The system solves the modern HVAC requirement of the historical site without disturbing its ambiance.

**Key Words:** Grand Bazaar, Heat pump, Historical buildings.

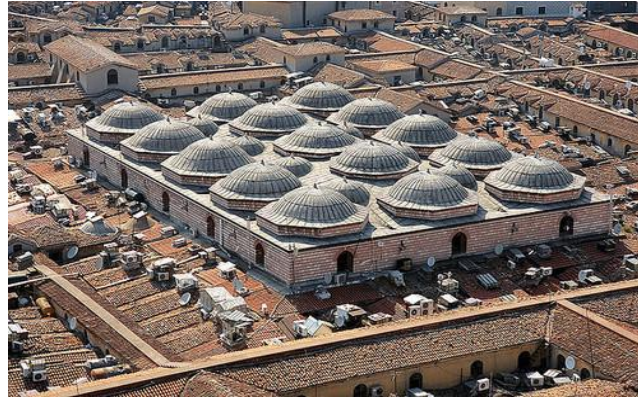
## 1. GİRİŞ

Kapalıçarşı (Şekil 1) İstanbul kentinin merkezinde yer alan dünyanın en büyük ve en eski kapalı çarşılarından biridir. Kapalıçarşı'da 61 adet sokak, 2000' in üzerinde dükkân mevcuttur ve günlük 250000 ile 400000 kişi tarafından ziyaret edilmektedir. İçinde son zamanlara kadar 5 cami, 1 mektep, 7 çeşme, 10 kuyu, 1 sebil, 1 şadırvan, 24 kapı, 17 han vardı. Fatih Sultan Mehmet tarafından yaptırılmıştır. 15. yüzyıl' dan kalan kalın duvarlı, bir seri kubbe ile örtülü eski iki yapının etrafı sonraki yüzyıllarda, gelişen sokakların üzerleri örtülerek, ekler yapılarak bir alışveriş merkezi haline gelmiştir. Geçmişte burası her sokağında belirli mesleklerin yer aldığı ve bunların da, el işi imalatının sıkı denetim altında bulundurulduğu, ticari ahlak ve törelere çok saygı gösterilen bir çarşı idi. Her türlü değerli kumaş, mücevherat, silah, antika eşya, konusunda nesillerce uzmanlaşmış aileler tarafından, tam bir güven içinde satışa sunulurdu. Geçen yüzyılın sonlarında deprem ve birkaç büyük yangın geçiren Kapalıçarşı eskisi gibi onarılmışsa da, geçmişteki özellikleri değişikliğe uğramıştır [1].



**Şekil 1.** Kapalıçarşı Genel Görünüm

Kapalıçarşı'nın çekirdeğini oluşturan iki bedestenden İç Bedesten, yani Cevahir Bedesteni müellifler arasında tartışmalı olmakla beraber büyük olasılıkla Bizans'tan kalma bir yapı olup 48 m x 36 m ölçülerindedir. Yeni Bedesten ise 1461 yılında yaptırılmaya başlanan Kapalıçarşı'nın ikinci önemli yapısıdır ve Sandal Bedesteni (Şekil 2) olarak anılmaktadır. Burada bir yolu pamuk, bir yolu ipekten dokunan ve Sandal adı verilen kumaş satıldığı için Sandal Bedesteni ismi verilmiştir [3].



**Şekil 2.** Sandal Bedesten'den Bir Görünüm

2010 yılında Kapalıçarşı da altyapı, ısıtma ve aydınlatma sisteminde bir yenileme projesi başlatılmıştır. Bu çalışma Sandal Bedesten' in HVAC tasarımı ile ilgilidir. Farklı iç şartlara sahip kapalı mekânların şartlandırılması oldukça zor bir uygulamadır. Sandal Bedesten' in en fazla yükünü insanlardan ve aydınlatmadan gelen iç yükler oluşturmaktadır.

## 2. HVAC SİSTEMLERİ

### 2.1. Tüm Sulu (Fan Coil) Sistemler

Merkezi bir soğutma grubunda (su soğutmalı ya da hava soğutmalı olabilir) veya sıcak su kazanında ısıtılan/soğutulan suyun iklimlendirilecek zonlarda veya mahallerdeki fan coil cihazlarına gönderilerek ısıtma ve soğutma prosesi gerçekleştirilir.

Fan coil termostatları ile her bir mahallin veya zonun sıcaklığını bağımsız olarak kontrol etmek mümkündür. Fan coillerde (FCU) doğrudan fana müdahale edilerek veya FCU girişindeki 2 veya 3 yollu vanaya termostat ile müdahale edilerek mahallerde sıcaklık kontrolü yapabilmek mümkündür.

FCU ların kış işletmesindeki sıcak su ihtiyacı sıcak su kazanından, yaz işletmesindeki soğuk su ihtiyacı ise su soğutma grubundan (Chiller) temin edilir. Soğutma gruplarını iki ana grupta toplamak mümkündür bunlar hava soğutmalı ve su soğutmalı soğutma grupları olarak tanımlanabilir.

Hava soğutmalı gruplarda, kondenserdeki soğutucu akışkan hava ile yoğuşturulur. Bu cihazlar, her ne kadar paket bir sistem olup, bakım giderleri çok düşük olsa da COP olarak adlandırılan enerji verimlilikleri, su soğutmalı gruplarla mukayese edildiğinde oldukça düşük kalmaktadır. Bu grupların COP değerleri yaklaşık 2,7 ile 3,0 arasında değişmektedir.

Su soğutma gruplarında, kondenserdeki soğutucu akışkan su ile yoğuşturulur. Bu nedenle, soğutma grubunun yanı sıra bir soğutma kulesine ihtiyaç vardır. Kulede soğutulan suyun sıcaklığı havanın kuru termometre sıcaklığından daha düşük olması nedeniyle su soğutma gruplarının COP değerleri 6 ile 7 arasında olmaktadır [2].

### 2.1.1. Soğutma Kuleleri

Soğutma kuleleri ise açık ve kapalı olarak sınıflandırılmaktadır. Kapalı kuleler kış işletmesinin de olduğu veya doğal soğutma (free cooling) amaçlı kullanılması durumunda zorunlu olarak tercih edilir. Su soğutma gruplarının yer ihtiyaçları hava soğutmalı gruplara göre ortalama %70 daha azdır. Soğutma kuleleri açık tip ve kapalı tip olmak üzere 2 tiptir, uygulama şekline bağlı olarak her ikisi de kullanılabilir [2].



Şekil 3. Kapalı Tip Soğutma Kulesi



Şekil 4. Açık Tip Soğutma Kulesi

## 2.2. VRV Sistemi

Bu sistemlerde soğutucu akışkan doğrudan devrede dolaşır. İç üniteler için ek bir soğutma suyu devresi gerekmez. Bir dış üniteye bağlı olarak çalışıldığından sadece dış ünitenin kondenserinin soğutulması yeterlidir. Esas elektrik tüketimini ortak dış ünite yaptığından paylaşımda sorunlar yaşanabilir. VRV sistemlerinin verimi yüksektir. Bina içi dükkân dağıtımlarında bakır borular kullanıldığı için boru çapları diğer sistemlere göre daha küçüktür. Su soğutmalı sistemde olduğu gibi çatıda kule için yer ihtiyacı vardır [2].

## 2.3. Su Kaynaklı Isı Pompalı Sistemler

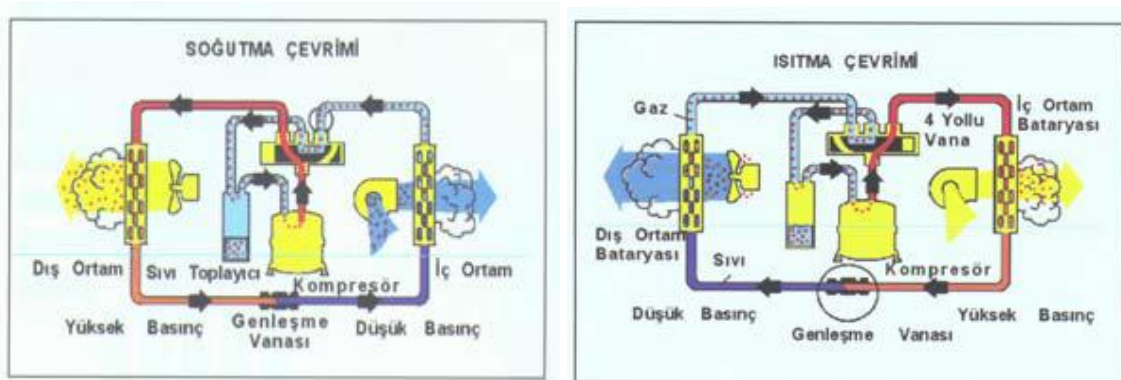
Bu sistemde soğutma grubu kullanılmamaktadır. Soğutma ve ısıtma prosesi dükkânların içine monte edilen ve genellikle kiracı tarafından temin edilen su kaynaklı ısı pompaları ile karşılanır. Bu paket cihazlar ile mahallerin, kışın ısıtma ihtiyacı, yazın da soğutma ihtiyacı karşılanabilmektedir. Paket tip ısı pompasının (kompresör, su soğutmalı kondenser, evaporatör ve üfleme fanı ile birlikte) su soğutmalı kondenserinin yaz çalışmasındaki soğuk su ihtiyacı, kapalı bir soğutma kulesi tarafından temin edilmektedir. Kışın ise cihaz ısı pompası gibi çalışmakta yani kondenser evaporatör gibi çalıştırılmaktadır. Bu nedenle, kışın dış hava sıcaklığı 0 °C ye yaklaştığında kuleden çıkan suyu bir miktar ısıtarak (sıcak su kazanı yardımıyla) ısı pompası cihazına göndermek gerekmektedir (cihazın verimini artırmak için). Bu sıcaklık işletme koşullarına göre belirlenir ve 15 - 30 °C civarında olması tavsiye edilir.

Bu sistemlerin alışveriş merkezi gibi yerlerde kullanılmasının nedeni, bazı cihazların örneğin kış çalışmasında ısıtma modunda çalışırken bazı cihazların iç ısı yükü nedeniyle soğutma modunda çalışması durumunda toplam sistem verimliliğinin çok artmasıdır. Hatta kışın kule suyunun ısıtmasına bile gerek görülmeyebilir [2].

### 2.3.1. Çatı Tipi Klima (Su Kaynaklı Isı Pompalı)

Çatı tipi paket klimaları, paket klima cihazlarının bir parçasıdır ve klima santrali ve kondens cihazını tek bir yapı içerisinde toplayan, soğutma veya ısıtma çevriminin tümüyle aynı ünite içerisinde gerçekleştiği kompakt ve birleşik bir hava koşullandırıcıdır. Bu cihazlar soğutma-ısıtma kontrolü, havalandırma ve havanın temizlenmesini de kapsayan toplam bir iklimlendirme sağlar. Isının sağlandığı ortam ve ısının verildiği ortam hava olduğu için “havadan havaya” tip iklimlendiricilerdir.

İklimlendirme olarak “sadece soğutma” veya “hem ısıtma hem soğutma” yapabilen cihazlar olarak iki ana tipe ayrılırlar. Isıtma işlevi cihazın tersine çevrimle ısı pompası olarak çalıştırılmasının yanında, elektrikli ısıtıcı, sıcak su bataryası veya gaz yakma modülü kullanılarak da sağlanabilir. Soğutma çevriminde ısı iç ortamdan alınır ve dış ortama iletilir. Bu durumda dış ortam tarafındaki batarya kondenser, iç ortam tarafındaki batarya ise evaporatör işlevi görür. Isıtma çevriminde ise soğutma çevriminin tersine ısı dış ortamdan alınır ve iç ortama iletilir. Bu durumda dış ortam tarafındaki batarya evaporatör, iç ortam tarafındaki batarya ise kondenser işlevi görür [6].

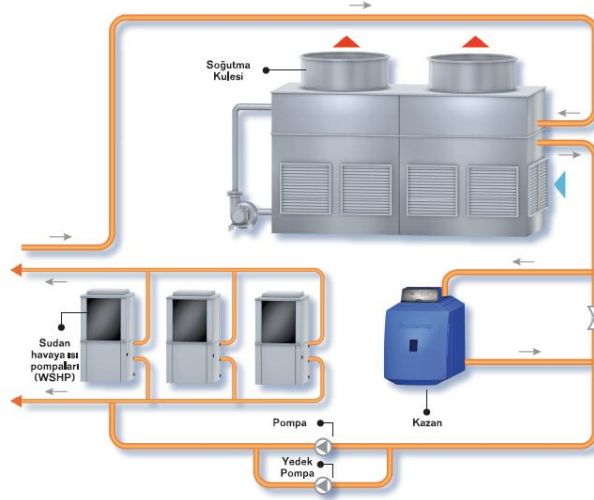


Şekil 5. Çatı Tipi Klima Santrali Isıtma ve Soğutma Çevrimi [6]



### 3. SANDAL BEDESTEN İÇİN HVAC SİSTEMİ

Su soğutmalı çiller gruplarına soğutma kulesi gerektiğinden dolayı tarihi yapının çatısına soğutma kulesi kurulması zor bir işlemdir (Şekil 6). Soğutma kuleleri ayrıca tarihi yapıya fazladan bir statik yük getirecektir. Sandal Bedesten' in içyapısından dolayı su kaynaklı ısı pompalı çatı tipi klima sistemine hava kanalları monte edilerek ortamın iklimlendirilmesi sağlanacaktır yani tüm havalı sistem düşünülmektedir.



Şekil 6. Soğutma Kuleli Su Kaynaklı Isı Pompası Sistemi

Sandal Bedesten' in iklimlendirilmesinde kullanılacak olan çatı tipi klima sistemi ünitesi, bedestenin camları önünde yer alan çepeçevre çıkıntılardaki bireysel klima dış üniteleri yerine konularak iklimlendirilmesi sağlanacaktır (Şekil 7).



Şekil 7. Sandal Bedesten'in Çepeçevre Çıkıntıları

Sandal Bedesten'in içindeki sokaklar üzerine yapılması planlanan hava kanalları yardımıyla bedestenin taze hava, ısıtma ve soğutma ihtiyacı karşılanacaktır (Şekil 8).



**Şekil 8.** Sandal Bedesten İçindeki Sokaklardan Bir Tanesi

#### 4. SANDAL BEDESTEN' İN İKLİMLENDİRME HESAPLAMALARI

Sandal Bedesten' in iklimlendirilme hesaplarında bedestenin doluluk oranına göre hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar Carrier Hourly Analysis Program (HAP) ' ı kullanılarak yapılmıştır. Günlük hesaplamaların yanı sıra mevsimsel hesaplamalara da yer verilerek analizler yapılmıştır.

HAP yazılımı ticari binalar için HVAC sistemlerinin tasarımında mühendislere yardımcı olan bir bilgisayar programıdır. HAP yazılımı iki adımdan oluşmaktadır. Birinci adım sistemin tasarlanması ve yüklerin belirlenmesi içindir. İkinci adım ise binanın enerji kullanımının simülasyonu ve enerji maliyetlerinin hesaplanmasıdır. HAP programı yük hesaplarında ASHRAE onaylı transfer fonksiyon yöntemini ve enerji analizleri için de saatlik detaylı (8760 saat) simülasyon tekniğini kullanmaktadır [5].

HAP programı, ticari binaların tasarım ısıtma ve soğutma yüklerini hesaplayarak HVAC sistemi bileşenlerinin gerekli boyutlarını belirlemede kullanılır. Sonuçta program, ekipmanların seçiminde ve belirlenmesinde gerekli olan bilgileri sağlar. Özellikle program aşağıdaki işlemleri gerçekleştirir:

1. HVAC sistemindeki mahallerin, zonların ve bataryanın tasarım soğutma ve ısıtma yüklerini hesaplar
2. Mahallerin, zonların ve sistemin gerekli hava debilerini
3. Isıtma ve soğutma bataryalarını boyutlandırır
4. Hava sirkülasyon fanlarını boyutlandırır
5. Soğutma grubu ve kazanları boyutlandırır

Sandal Bedesten' in ısıtma ve soğutma yükleri sabah saat 08:00 dan akşam 19:00 a kadar olan zaman periyodunda hesaplanmıştır. Analizlerde ASHRAE nin İstanbul için Florya meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Yaz için kuru termometre sıcaklığı 30 °C ve yağ termometre sıcaklığı 21,1 °C alınmıştır. Kış için kuru termometre sıcaklığı -3,3 °C ve bağıl nem %50 olarak alınmıştır.

Yapılan analizde Sandal Bedesten içerisindeki dükkanlar ve sokaklar için ısı transferi analizleri yapılmıştır. Dükkanlar ve sokaklar için pik yükler ve gerekli hava debileri belirlenmiştir. Bu mahallerin karakteristikleri mimari plandan alınmıştır.

Tüm dış duvarlar için tek bir duvar tipi kullanılmıştır. Bu duvar 600 mm kalınlığında taşlardan yapılmıştır. Dış yüzeyin rengi koyu olarak alınmıştır. Toplam ısı transfer katsayısı  $U= 2,174 \text{ W/m}^2\text{K}$  dir. Toplam ağırlık  $1560 \text{ kg/m}^2$  dir.

Tek bir üniform yatay çatı tipi seçilmiştir. Çatı 400 mm kalınlığında taşlardan yapılmıştır. Dış yüzeyin rengi koyu olarak alınmıştır. Toplam ısı transfer katsayısı  $U= 3,028 \text{ W/m}^2\text{K}$  dir. Toplam ağırlık  $1040 \text{ kg/m}^2$  dir.

Kubbelerdeki camların ölçüleri 800 x 800 mm boyutunda cam olup, toplam ısı transfer katsayısı  $U= 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  dir.

Bedesten için toprak üzerine oturmuş bir döşeme tipi belirlenmiştir. Toplam ısı transfer katsayısı  $U= 1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$  dir.

Aydınlatma yoğunluğu  $15 \text{ W/m}^2$  olarak belirlenmiştir. Aydınlatma armatürlerinin Kapalıçarşı' nın çalışma saatleri olan sabah 08:00 dan akşam 19:00 a kadar %100 olarak açık olduğu kabul edilmiştir.

İnsan yoğunluğu olarak  $1 \text{ m}^2/\text{kişi}$  kabul edilmiştir. İnsanların aktivite seviyesi ofis işi olarak alınmıştır ( $71,8 \text{ W/kişi}$  duyulur ısı,  $60,1 \text{ W/kişi}$  gizli ısı). İnsan yoğunluk seviyesinin sabah 08:00 dan 10:00 a kadar %10, 10:00 dan 11:00 e kadar %50, 11:00 dan 19:00 a kadar %100 olduğu kabul edilmiştir.

Elektrikli ekipman yoğunluğu  $15 \text{ W/m}^2$  olarak kabul edilmiştir. Elektrikli ekipmanların çalışma yoğunluk seviyesinin sabah 08:00 dan 10:00 a kadar %10, 10:00 dan 11:00 e kadar %50, 11:00 dan 19:00 a kadar %100 olduğu kabul edilmiştir.

İnfiltrasyon miktarı tasarım ısıtma soğutma yüklerinde saatte 1 hava değişimi olarak alınmıştır.

Yukarıda verilen veriler sistem tasarım soğutma ısıtma yükü hesaplarında kullanılmıştır. Tasarım yükü özet raporu Tablo 1 de gösterilmektedir.



**Tablo 1.** Hava Sistemi Tasarımı Yük Özet Raporu [5]

**Air System Information**

 Air System Name ..... SANDAL İÇ  
 Equipment Class ..... TERM  
 Air System Type ..... SPLT-FC

 Number of zones ..... 1  
 Floor Area ..... 1209,0 m<sup>2</sup>  
 Location ..... Istanbul, Turkey

**Sizing Calculation Information**
**Zone and Space Sizing Method:**

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

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

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 27,7 °C			HEATING OA DB / WB -3,3 °C		
	/ 20,6 °C			/ -5,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	1 m <sup>2</sup>	195	-	1 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	1208 m <sup>2</sup>	48831	-	1208 m <sup>2</sup>	89427	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	1 m <sup>2</sup>	5	-	1 m <sup>2</sup>	38	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	1209 m <sup>2</sup>	0	-	1209 m <sup>2</sup>	0	-
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	18135 W	14849	-	0	0	-
Task Lighting	150 W	135	-	0	0	-
Electric Equipment	18135 W	16278	-	0	0	-
People	1209	61921	72661	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	142213	72661	-	89464	0
Zone Conditioning	-	148893	72661	-	87088	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	5320 L/s	0	-	5320 L/s	0	-
Ventilation Load	5320 L/s	15396	356	5320 L/s	153882	0
Ventilation Fan Load	5320 L/s	0	-	5320 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	18410	-	-	-18410	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	182700	73017	-	222559	0
Cooling Coil	-	24037	0	-	0	0
Heating Coil	-	0	-	-	156220	-
Terminal Unit Cooling	-	158663	73019	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	66339	-
>> Total Conditioning	-	182700	73019	-	222559	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Isıtma periyodunda pik ısıtma yükü yaklaşık 230 kW a ulaşmaktadır. Pik soğutma yükü Haziran 19:00 da 257 kW a ulaşmaktadır. Yükler dinamik olarak incelendiğinde, Kapalıçarşı ya gelen insan sayısının fazla olmasından dolayı iç yükler fazla olmakta bundan dolayı ısıtma sezonunda bile soğutma ihtiyacına gerek duyulabilmektedir.

Açık tip soğutma kuleli ve deniz suyu kullanan su kaynaklı ısı pompası sistemleri maliyet açısından karşılaştırıldığında ilk kurulum yatırım maliyetinde açık tip soğutma kuleli su kaynaklı ısı pompalı sistemin daha avantajlı olduğu görülmektedir (Tablo 2). Ancak ses seviyesi, yıllık toplam elektrik tüketim bedeli, yıllık toplam su tüketim bedeli ve yıllık toplam işletme bedeli açısından karşılaştırıldığında deniz suyu kullanan su kaynaklı ısı pompası sisteminin çok daha avantajlı olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.** Kapalıçarşılı ve Sandal bedesten' in İklimlendirme Sisteminin Yıllık Maliyet Analizi

		Su Kaynaklı Isı Pompası (Açık Tip Soğutma Kulesi)	Su Kaynaklı Isı Pompası (Deniz Suyu)
Açıklamalar	Marka	EWK - D 900/4	TANPERA
	Soğutma Grubu Adedi	6	6
	Birim Soğutma Kapasitesi	1500 kW	1500 kW
	Toplam Soğutma Kapasitesi	9000 kW	9000 kW
	Birim Çekilen Güç	22,2 kW	75 kW
	Toplam Çekilen Güç	133,20 kW	75 kW
	Ses Seviyesi	63 Db (10m)	0
Yaklaşık Yıllık Elektrik Tüketimi	Yıllık Çalışma Zamanı (13 Saat X 6 Gün X 20 Hafta)	1560 saat	1560 saat
	Birim Saat Enerji (kW) Bedeli	\$0,13	\$0,13
	Çalışacak Cihaz Sayısı	6	1
	Yıllık Ortalama Çalışma Kapasitesi %75	0,75	0,75
	Yıllık Toplam Tüketim Bedeli	\$20260	\$11408
Toplam Su Tüketimi	Toplam Su Tüketimi ( m <sup>3</sup> /h)	13	0
	Birim m <sup>3</sup> Su Bedeli	\$2,90	\$2,90
	Toplam Yıllık Su Tüketim Bedeli	\$58812	\$0
Yıllık Toplam Çalışma Bedeli	Elektrik Tüketim Bedeli	\$20260	\$11408
	Su Tüketim Bedeli	\$58812	\$0
	Soğutma Sistemi Yıllık İşletme Bedeli	\$79072	\$11408
İlk Kurulum Yatırım Maliyeti	Birim Fiyatı	\$50000	\$6700
	Toplam Fiyatı	\$300000	\$40200
	Otomasyon	\$10000	\$10000
	Sistem Kurulum Yaklaşık Bedeli (Kazan,Pompa, Boru, Filtre, Vs..)	\$80000	\$420000
	Soğutma Sistemi Toplam Bedeli	\$440000	\$476900

## SONUÇ

Kapalıçarşı önemli bir tarihi mirastır. Her yıl milyonlarca insan tarafından ziyaret edilen ticareti bir merkezdir. 2010 yılında Kapalıçarşı'da altyapı, ısıtma ve aydınlatma sistemlerinde bir yenileme projesi başlatılmıştır.

Bu çalışmada HAP programı ile Sandal Bedesten' in ısıtma ve soğutma yük analizleri ve iki farklı su kaynaklı ısı pompalı sistem karşılaştırılmıştır. Isıtma periyodunda pik ısıtma yükü yaklaşık 230 kW, pik soğutma yükü Haziran 19:00 da 257 kW a ulaşmaktadır. Yükler dinamik olarak incelendiğinde, Kapalıçarşı ya gelen insan sayısının fazla olmasından dolayı iç yükler fazla olmakta bundan dolayı ısıtma sezonunda bile soğutma ihtiyacına gerek duyulabilmektedir.

Yıllık maliyet açısından bakıldığında deniz suyu kullanan su kaynaklı ısı pompalı sistemin daha avantajlı olduğu görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] <http://www.kapalicarsi.org.tr/index.php>
- [2] H. A. Heperkan, G. Temir, M. K. Sevindir. "Kapalıçarşı' nın Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesaplanması ve Sistem Seçimi. Teknik rapor. 2011
- [3] <http://www.kapalicarsitarihi.com>
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Grand\\_Bazaar,\\_Istanbul](http://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Bazaar,_Istanbul)
- [5] Carrier Hourly Analysis Program v4.5 ve e-manuel
- [6] [http://www.alarko-carrier.com.tr/yayin/makaleler/makale\\_etuncay1.pdf](http://www.alarko-carrier.com.tr/yayin/makaleler/makale_etuncay1.pdf)

## ÖZGEÇMİŞ

### Mustafa Kemal SEVİNDİR

1973 yılı Eskişehir doğumludur. 1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1999 yılında Yüksek Mühendis ve Yıldız Teknik Üniversitesinden 2009 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1997 yılından beri Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda Araş. Gör. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Isı transferi, Akışkanlar Mekaniği ve İklimlendirme konularında çalışmaktadır.

### Semih TEMEL

1987 yılı Biga doğumludur. 2012 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversitede 2012 yılında Fen Bilimleri Enstitüsünde Makine Mühendisliği Isı Proses Dalında Yüksek Lisans' a başlamıştır ve halen devam etmektedir. Kurutma ve Isı Transferi konularında çalışmaktadır.