

# Alışveriş Merkezleri Duman Kontrol Sistemleri

## Smoke Management For Shopping Centers

Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç

TTMD Üyesi

### Özet

Alışveriş merkezleri; genellikle otopark, mağaza alanları, food-court, sinema ve atrium bölümlerinden oluşur. Bu bölümlerdeki aktif yangın koruma önlemleri; duman kontrol sistemleri, söndürme sistemleri, algılama sistemleri, uyarı sistemleri gibi farklı sistemler olup her bölümde birbirinden farklıdır ve kendi içlerinde bile büyüklüklerine, yüksekliklerine ve tasarım geometrilerine göre farklılık gösterir. Bununla beraber, alışverişini ilgilendiren bölümleri mağazalar, dolaşım alanları (mall) ve atrium bölümüdür ve bu bölümlerde yangın güvenliği sistemleri içinde en çok karmaşık ve önemli olan duman kontrol sistemleridir. Bu çalışmada alışveriş merkezlerinde duman kontrolü ele alınmış, duman zonları, yangın perdeleri ve atrium duman egzoz sistemi incelenmiş, tasarım esasları verilmiştir.

### Abstract

In general, a shopping center consists of car park areas, shops, food-court, cinemas and atria. The active fire protection methods in these areas, which may vary as smoke control systems, fire extinguishing systems, fire detection systems and announcement systems are separate systems and these systems also differ depending on the size, height and construction of each region. However, the areas concerning the shopping activity are shops, circulation zone (mall) and atria and the most important and complicated fire protection system for these areas is the smoke control system. In this study, smoke management in shopping centers is considered; smoke zones, fire curtains and atrium smoke exhaust systems are investigated, design criteria are given.

### 1. Giriş

Günümüzde, alışveriş merkezlerinin sayısı hızla artmakta ve genellikle mağazalarla birlikte otopark, sinema salonları ve food-court gibi bölümleri içermektedir. Alışveriş merkezlerinde insan sayısı fazla, yangın yükü büyük ve dumanın yayılabileceği alanlar geniş olduğundan yangın riski büyüktür. Meydana gelen yangınlarda duman kısa sürede bütün hacmi dolduracağından müdahale güçleşir, yangın kontrolsüz şekilde büyür ve hasar miktarı fazla olur. Kuşkusuz, alışveriş merkezlerinin en büyük riski, iç boşluğun büyük olması ve dumanın hızlı yayılma imkanı bulmasıdır. Yangın kaynağı küçük olsa bile, duman kısa sürede yayılacağından görünür mesafe azalır ve yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Duman bir taraftan sıcaklığı ve baca etkisi nedeniyle yükselirken, diğer taraftan da açıklıklardan gelen düzensiz ve yönlendirilmemiş taze hava nedeniyle yatay olarak yayılır.

Alışveriş merkezlerinde, yangından ve dumandan meydana gelecek zararın azaltılmasında mekanın geometrisindeki fiziki sınırlamalar, sabit söndürme sistemleri kadar önemlidir. Genişlik, uzunluk ve yüksekliğin artmasıyla duman hareketinin değişeceği ve yayılmasının kolaylaşacağı açıktır. Ancak, yangın riski nedeni ile bu tür yerlerin farklı tasarlanmasını önermek anlamlı değildir. Kullanım alanının ferahlığı, hatta bazı kullanım amaçları için zorunluluğu nedeniyle çok geniş ve yüksek mekanlar kaçınılmazdır. Genel prensipler aynı olmakla birlikte, her bir alışveriş merkezinin yangın ko-

# BIDI

## BORU SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SUNAR



### PeX-a veya PeX-c KULLANIM ALANLARI

- Evsel Su Tedarik Sistemleri
- Kentsel Su ve Basıncı Kanalizasyon Hatları
- Otellerde ve Yüksek Yapılardaki Şaftlar
- Sondaj Kuyuları
- Yerden Isıtma Sistemleri

PEXGOL boru 12 mm ile 500 mm çaplar arasında üretilir. 3 tip PEX boru mevcuttur.

\*Peroksit çapraz bağlanmış

\*Işınla (Elektron Işını) çapraz bağlanmış

\*Çok katmanlı Borular

PEXGOL borular, yerel su tedariki yer altı ve merkezi ısıtma sistemleri, kimyasal ve ağır endüstri uygulamaları için kullanılır. Borular 24 bar'a kadar olan çalışma basınçları ve 95° C ye kadar olan sıcaklıklar için tasarlanmıştır



Serik Cad.Havaalanı Karşısı No: 411 ANTALYA  
Tel: 0 242 340 33 91 Fax: 0 242 340 35 94

runum sistemleri mimariye uygun tamamen ayrı çözümler gerektirmektedir.

Bilindiği gibi, alışveriş merkezleri bir dizi ticari dükkanın lineer olarak yerleştirilmesi ile oluşmuştur. Alışveriş merkezlerini oluşturan dükkanların yangın yükleri fazladır ve açığa çıkan ısı akışı 1 ila 5 MW arasında farklı değerlerde olabilmektedir. Çok katlı alışveriş merkezlerinin alışılmamış geometrileri çok karışık bir problem yaratır. İnsanların tahliyesi için ayrılan yollar, insanların hızlı ve düzenli bir şekilde boşaltılmalarını sağlamak üzere düşünülmüştür, ancak aynı geniş yollar, dumanın hızla ve yoğun dağılımını da kolaylaştırdığı için, kurtulmanın değil, kapana kısılmanın da aracı olur. Ayrıca, tahliye yolları üzerinde doğal olarak, yanıcı madde istenmez. Fakat pratikte, tahliye yollarının bir satış ve sergi mekanına dönüştüğünü ve yüklü miktarda yanıcı madde ve sayısız parlama kaynağı bulunduğunu görebilirsiniz. Böylece, alışveriş merkezleri çeşitli parlama kaynakları ve labirent gibi düzenlenmiş koridorları ile büyük bir riske sahiptir.

Dolaşım yolları ve atrium mekanları, mağazalardan kaçıp bina dışında emniyetli bir alana çıkan insanlar için tahliye yollarıdır. Alışveriş merkezlerinde atriumlara çok sık rastlanmaktadır. Genel olarak üstü kapalı, etrafı kullanım alanlarına açık birkaç kat ve daha yüksek boşluklar, atrium olarak isimlendirilmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te, iki veya daha çok sayıda katın içine açıldığı, merdiven yuvası, asansör kuyusu, yürüyen merdiven boşluğu veya su, elektrik, havalandırma, iklimlendirme ve haberleşme gibi tesisatın içinde yer aldığı, tesisat bacaları ve şaftlar hariç olmak üzere, üstü kapalı geniş ve yüksek yapılar, atriumlu yapı olarak tarif edilmekte ve atrium alanının hiçbir noktada 90 m<sup>2</sup>'den ve karşılıklı iki kenarı arasındaki mesafenin 5 m'den az olamayacağı, atriumlarda doğal veya mekanik olarak duman kontrolü yapılacağı belirtilmektedir.

Dolaşım alanları ve atrium mekanları tahliye yolunun ek bir aşaması olup, yangın ve dumanın etkilerinden korunması gereken alanlardır. Tahliye bölgelerine atriumdan geçildiği için insanlar buralarda birikir. Yangın merdivenlerine geçişler de çoğu zaman atriuma açık koridordan sağlanır. Öte yandan, atri-

umların yarattığı en büyük risk, katları birbirine bağlayan boşluk olmasında yatmaktadır. Çünkü, bu nedenle, bir katta çıkan yangın, kolaylıkla diğer katlara sıçrayabilmektedir. Katlar arasında boşluk olduğundan baca etkisi ile duman ve yangın yayılması çabuk olur. Yine çoğu atriumda, katlar arası dikey bağlantının yanında, bir katta atriumu çevreleyen farklı kullanım amacındaki hacimlerdeki riskler de yangının yayılımına yardımcı olacaktır.

## 2. Atrium Duman Kontrolü

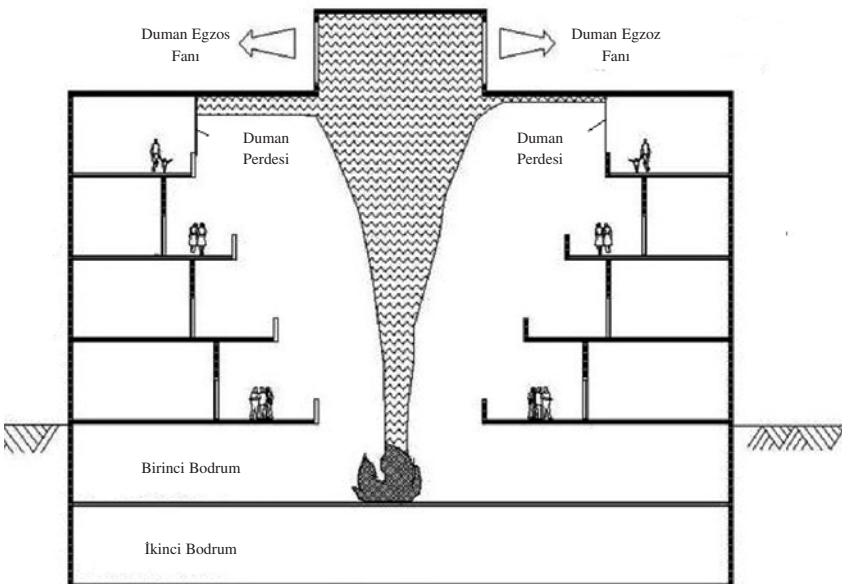
Atriumlarda duman kontrolü için ideal çözüm; komşu alanlarda meydana gelebilecek muhtemel bir yangın durumunda, dumanın atriuma girişini engellemektir. Bunu gerçekleştirmenin en kolay yolu, atrium ile komşu hacimler arasındaki sınırın duman sızdırmaz ve yangına dayanıklı yapılmasıdır. Fakat bu durum atrium kullanımını çok sınırlamaktadır. Bu yöntem zaman zaman kullanılmasına rağmen, mimari sınırlamalar nedeniyle istenmemektedir.

Atrium ile komşu hacimler arasındaki bağlantının tamamen açık olması durumunda, komşu hacim içinde duman egzozu yapılmalıdır ki duman üst kısımda atriuma açık olan diğer komşu hacimlere girmesin. Fakat bu da çoğu zaman çok zor, pratik olmayan ve hatta küçük komşu hacimler için maliyeti oldukça yüksek bir çözümdür. Genel olarak büyük komşu hacimler için uygulama örnekleri vardır.

Bir başka yöntem ise, komşu hacimlerden duman girişini engellemek için basınçlandırma yapmaktır. Komşu hacim ve atrium arasındaki açıklığın büyük olması durumunda bu yöntem sonuç vermemektedir. Çünkü dumanın atrium içerisine girişini önleyebilmek için sıcak gazların sıcaklığına bağlı olarak 0.5 m/s ile 4.0 m/s arasında hava hızına gerek duyulur. Ayrıca bu havanın tamamı, yangın olan mahalden tamamen çekilmelidir ki hava akışının devamı sağlanabilsin. Birçok tipik atrium için bu durumda gerekli olan hava miktarı, duman egzoz sistemi boyutunu aşmaktadır. Bu yüzden, bu yöntem yalnızca küçük sızıntı alanlarına sahip atriumlar için geçerli olmaktadır.

Komşu hacim içindeki bir yangın durumunda, duman kısa sürede binanın diğer bölümlerine yayılabileceğinden, bu bölümlerden güvenli tahliye gerçekleştirilecek önlemler olmalıdır. Benzer eğilim atrium boşluğu içerisinde çıkabilecek yangın için de geçerlidir. Her iki durumda da hem atrium içinden hem de komşu hacimlerden tahliye gerçekleştirilebilmek için kaçış yollarını koruyacak bir duman kontrol sistemi mevcut olmalıdır. Duman kontrol sisteminin buradaki amacı can güvenliğini sağlamaktır. Bunun yanında, yangına müdahale edecek itfaiye elemanları duman ile dolu bina içerisinde hem zorluk yaşarlar hem de tehlikede kalırlar. Dolayısıyla duman kontrol sistemi aynı zamanda itfaiyecilere de yardımcı olacaktır. Bu yüzden duman kontrol sistemi insanların tahliyesi için gerek duyulan süreden daha uzun bir süre fonksiyonunu devam ettirmelidir.

Yangın kodlarında genellikle duman kontrolü için tipik egzoz gereksinimleri, küçük mekanlar için 6 hava değişimi/saat büyük mekanlar için 4 hava değişimi/saat verilir. Bu değerler bilimsel



Şekil 1. Tipik bir atriumda duman egzozu.

kurallara göre belirlenmemiştir ve yıllardır tartışılmaktadır. Duman miktarının hesaplanması için verilen ampirik formüllerin güvenilirliği konusunda da tartışmalar devam etmektedir. Atriumların duman kontrol sistemi saatteki hava değişimine göre yapılmamalıdır. Duman miktarı, yangının büyüklüğüne, atriumun yüksekliğine, alanına ve hacmin geometrisine bağlı olarak hesaplanmalıdır.

Yüksekliği 17 m veya daha küçük yüksekliklerde 17000 m<sup>3</sup>'den daha küçük hacimlerde, duman egzoz sistemi atriumun tavanından doğal olarak yapılabilir. Atriumların yüksekliği 17 m'yi aşarsa üfleme ve emişler mekanik sistemlerle yapılmalı egzoz kapasitesi en az 18.9 m<sup>3</sup>/s (68.000 m<sup>3</sup>/saat) olmalıdır. Pratikteki kısıtlamalara istinaden, bir duman havalandırma sisteminde, maksimum kütle akışı 175 kg/s'yi aşmamalı ve duman tabakasının sıcaklığı çevre sıcaklığından en az 18°C daha yüksek olmalıdır. Genellikle, 175 kg/s aşan çok büyük egzoz değerleri devasa ve çok ağır fanlar ya da havalandırma sistemleri gerektirmektedir. Bu devasa ve çok ağır fanlar ya da havalandırma sistemleri, devreye girdiklerinde bina yapısına zarar verebilecek titreşim problemleri yaratmaktadırlar.

Egzozun oluşması için, egzozun bir yüzdesi kadar taze hava verilir. Tipik olarak taze hava egzozun %50'si olarak alınır. Oysa, taze hava ile yanma ürünleri toplamı kadar egzoz olmalıdır. Üretilen duman miktarı yanıcı madde miktarına ve özelliklerine bağlıdır. Diğer taraftan gönderilen havanın pluma yaklaştığı zamanki hızı kontrol edilemez ve 1 m/s değerinin üzerinde tutulamazsa, gönderilen taze hava fazla işe yaramaz. Ortama taze hava verilmesi durumunda tahliye edilen insanların hava akışından etkilenmesi için taze havanın giriş tasarım hızı 5.0 m/s'den fazla olmamalıdır. Keza, taze hava girişi herhangi bir egzoz çıkışından en az 5 metre mesafede bulunmalıdır.

Bazı yönetmeliklerde duman tahliye sistemi bulunan binalarda, yağmurlama sisteminin yapılması istenmektedir. Yağmurlama başlıklarının devreye girmesi, yangını kontrol altına almanın yanı sıra ani parlamaya yol açabilecek sıcaklık yükselmesine ve yanıcı gazların azaltılmasına da yardımcı olur. Araştırmalara göre, eğer yangın yağmurlama başlıkları ile kontrol altına alınmamışsa, yangın büyük boyutlara ulaşır, sıcaklık çok yükselir, fanlar yüksek sıcaklığa dayanamaz.

Yağmurlama sistemi olan yerlerde, yağmurlama başlığı patladığı zaman, dumanı soğutarak dumanın yükselmesini engeller ve kat içinde yayılmasına sebep olur. Bu nedenle, yağmurlama sistemi olan yerlerde soğuk dumanı kat seviyesinin üzerine yükseltip egzoz rejimine sokmak için yukarı doğru hava jetinin oluşturulması gerekir.

### 3. Duman Tabakası ve Duman Kontrol Zonu

Dumanın tahliye edilebilmesi için duman kontrol zonları ve biriktirmek için duman hazneleri oluşturulur. Duman zonu/haznesi oluşturularak dumanın yayılmasını kısıtlamanın ana nedeni, duman tabakasının göreceli olarak soğuması sonucu havada asılı kalabilme özelliğini yitirmesi ve duman tabakasının alçalmasıdır. Bu durum, çatı menfezlerinin dumanı etkili bir şekilde atamamasına sebep olacaktır. Duman tabakasının sıcaklığı yüksek olmaz ve menfezin altındaki duman tabakası ile bir basınç farkı oluşturamazsa duman dışarı atılamaz.

Duman tabakası altından kaçan insanların baş hizasının üzerinde olması ve dumandan etkilenmemesi için duman tabakasının zeminden yüksekliği en az 2.5 m olmalıdır. Bundaki amaç, bina sakinlerinin binayı temiz ve solunabilir hava içerisinde terk etmelerini sağlamaktır. Bu temiz hava tabakasının muhafaza edilebilmesi aynı zamanda yangına mücadele ekipleri için de gereklidir.

Duman tabakasının çökmemesi için duman tabakasının kabul edilebilir en düşük sıcaklığı ortam sıcaklığından en az 18°C daha fazla olmalıdır. Diğer taraftan sıcaklığı 200°C den daha yüksek olan bir duman tabakasından yayılan ısı radyasyon, duman tabakasının altından kaçmaya çalışan bina sakinleri için ciddi boyutlarda rahatsızlığa yol açabilir.

Dumanın yanal yayılmasını önleme ve dumanı tahliye amacıyla bir noktaya toplanması için yapılan duman hazneleri, duman sıcaklıklarına dayanabilecek cinsten yanmaz malzemeler ile inşa edilmelidir. Duman zonları/hazneleri, binanın kendi geometrisine uygun yangına dirençli duman perdeleri/kepenkler/yanmaz boşluklu tavanlar kullanılarak yapılabilir. Çatı ya da tavandan aşağı doğru uzatılarak duman haznesi oluşturan duman perdeleri, duman geçirmez şekilde olmalarının yanı sıra yangının etkilerine karşı da dirençli olmalıdırlar.

# aquatherm firestop

**DÜNYA'NIN İLK VE TEK  
YANGIN / SPRİNKLER  
HATLARI İÇİN ÖZEL  
CAM ELYAF TAKVİYELİ BORU  
10 YIL SÜRE İLE  
4.500.000 EURO SİGORTALI**



#### Kullanım Alanları

- Yangın / Sprinkler hatları için

#### Avantajları

- DIN 4102 -1 normuna göre yangın sınıfı B1'dir.
- Korozyona uğramaz.
- Aşınma sorunu yoktur.
- Yüksek ısıya dayanıklıdır.
- Metal deaktivatörlü polipropilenden üretilmiştir.
- Füzyon kaynağı ile kaynak yapılır.
- Çevre dostudur.
- Antipas ve kırmızı yağlı boya kullanılmasına gerek yoktur.

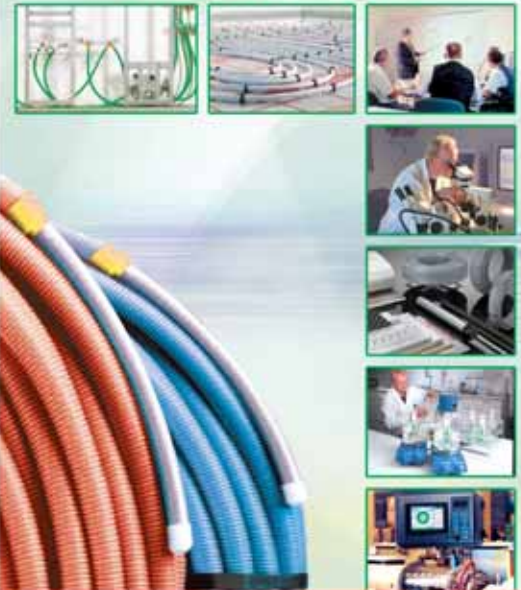


Made in Germany

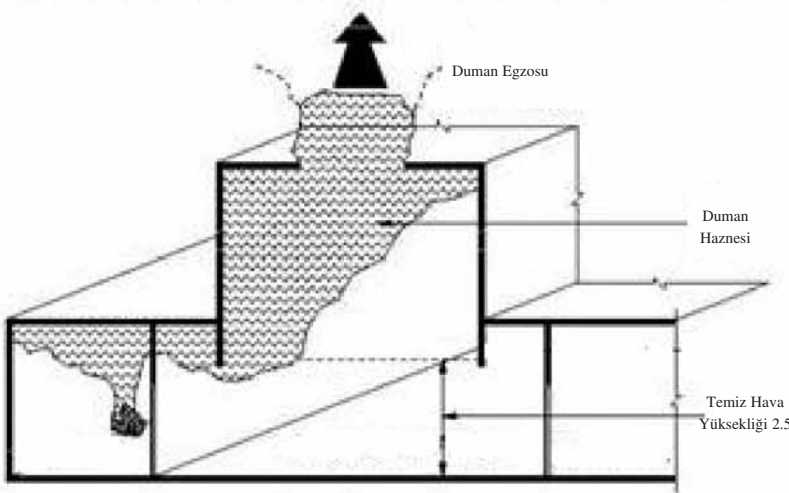
**aquatherm**

# aquatherm

**YERDEN ISITMA  
BORU SİSTEMLERİ  
10 YIL SÜRE İLE  
4.500.000 EURO  
SİGORTALI**



Türkiye Distribütörü : Serik Cad. Havaalanı Karşısı  
No : 411 07300 ANTALYA  
Tel.: 0.242. 340 25 75 (İfbox)  
Faks : 0.242. 340 25 77  
web : http://www.gelisimteknik.com.tr - Email : info@gelisimteknik.com.tr



Şekil 2. Duman haznesi ve temiz hava yüksekliği.

Dumanın dolaşım alanından ya da atrium mekanlarından tahliyesi durumlarında, duman tahliye sisteminin duman zonu boyutu, atriumlar için doğal duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m<sup>2</sup>'yi, mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m<sup>2</sup>'yi geçmemelidir. Duman tahliye edilemeden dolaşım ya da atrium mekanlarına yayılmasına izin verilirse, duman zonu boyutları yarıya indirilmelidir. Mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m<sup>2</sup>, doğal duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m<sup>2</sup> kurallarına bağlı kalmak koşulu ile dolaşım ya da atrium mekanları için münferit duman zonları oluşturulabilir.

Yangından kaynaklanan duman mağazayı terk ederek dolaşım ya da atrium mekanındaki duman zonuna girerken türbülansa ve daha fazla karışmaya maruz kalacak ve bu da daha fazla dumanın oluşmasına yol açacaktır. Dumanın mağazalardan dolaşım ya da atrium mekanına hareketi, çevresindeki yapı elemanlarına teması esnasında iletim ile ısı kaybına, daha sonra da aşağı doğru soğumasına yol açacaktır. Bu hareket, duman tabakasının havada asılı kalabilme özelliğinin bir kısmını kaybetmesine yol açacaktır. Duman hazneleri/zonları, binanın kendi geometrisi ya da duman perdeleri/ kepenkler /yanmaz boşluklu tavanlar kullanılarak yapılabilir.

Dumanın dolaşım mekanlarından ya da atrium mekanlarından atıldığı hallerde, dolaşım mekanlarına ya da atrium mekanlarına duman atılan mağazaların taban alanları, doğal duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m<sup>2</sup>'yi, mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m<sup>2</sup>'yi aşmayacaktır. Maksimum taban alanının kontrol altında tutulmasının başlıca nedeni, eğer taban alanı daha geniş olursa duman ve sıcak gazların soğumaya ve havada asılı kalma özelliklerini yitirmeye meyilli olması, dolayısı ile dolaşım ya da atrium mekanlarına olan mesafeyi sınırlamaktır.

Eğer bu birimler belirtilen boyutlardan daha büyük iseler, bu birimlerden herhangi birinde meydana gelebilecek bir yangında ortaya çıkacak olan duman, yangın bu birimler dahilinde yer

alan yağmurlama başlıklarıyla kontrol edileceğinden, büyük ölçüde soğuyacak ve havada asılı kalma özelliğini kaybedecektir. Buna ilave olarak, duman katmanı çevresindeki yapı elemanlarına teması esnasında iletim ile bir miktar ısı kaybına daha maruz kalacaktır. Bu da, dumanın soğumasının duman yayılmasına ve duman basmasına yol açacağı için, dumanı dolaşım ya da atrium mekanlarına tahliye etmenin etkili bir yöntem olmadığını ortaya koymaktadır.

#### 4. Duman Perdeleri

Duman kontrol zonları yapının geometrisine göre farklı şekiller kullanılarak meydana getirilebilirler. Dumanın aşırı şekilde ısı kaybetmesini önleyebilmek için, bir alışveriş merkezi dahilindeki

münferit bir atrium mekanında duman zonu uzunluğu 60 metreyi geçmemelidir. Atrium 60 m'den uzun olduğu takdirde duman perdeleri konularak duman kontrol zonlarının sayısı artırılmalıdır.

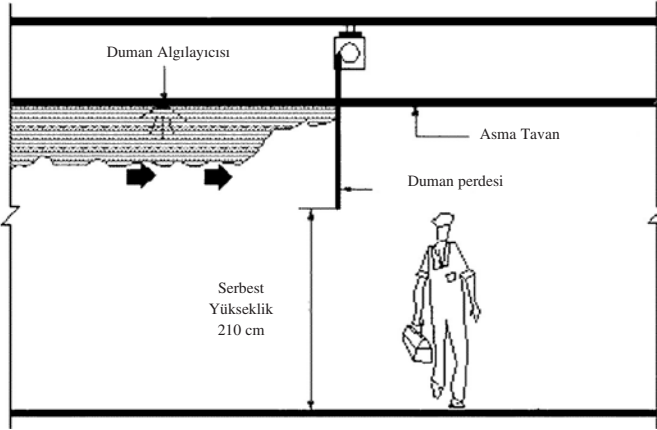
Duman perdesinin maksadı, dumanın bir alan içinde kalmasını sağlamak ve diğer alanlara sızmasını önlemektir. Duman perdeleri sabit olacağı gibi sadece yangın durumunda da sarkıtılabilirler. Duman algılayıcısının aktive edilmesini müteakip, duman perdesi, duman akışını engellemek üzere, makarasından, otomatik olarak yer çekimi ile iner ve inen perdeler, dumanın yayılma alanını sınırlar, tahliye amacı ile görüşü ve makul şartları muhafaza eder. Çalışmakta olan duman perdesi, tahliye yollarına engel olmamalıdır. Duman perdesinin, tahliye yolları üzerindeki açık yüksekliği, zemin seviyesinden 2.1 m'den daha alçak olmamalıdır.

Cam duvarların veya panellerin, bir duman haznesi veya yönlendirme perdeleri teşkil etmek üzere duman perdeleri olarak kullanılması durumunda, bunlar, tasarımdaki en yüksek sıcaklığa dayanabilmelidir. Telli cam veya temperli cam, hesaplanan en yüksek sıcaklığa dayanabilmeleri kaydı ile duman perdesi olarak kullanılabilir.

En yüksek tasarım sıcaklıklarına dayanabilmek üzere hazırlanmış duman perdeleri, yanal yayılmayı sınırlandırmak üzere duman hazneleri oluşturmak üzere kullanılabilirler. Duman yönlendirme perdeleri, dumanı, yangının çıkış noktasından, tahliyenin gerçekleştirildiği duman haznelere veya dış açık mekanlara yönlendirmek üzere kullanılır.

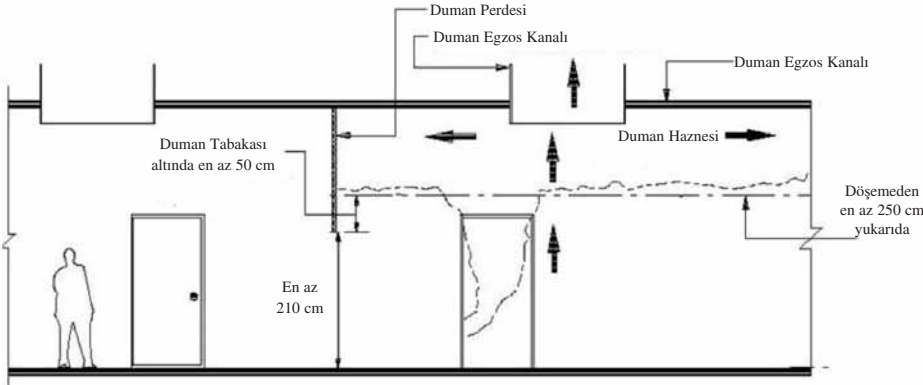
Yönlendirme perdeleri arasındaki açıklığın, duman ve aşırı soğumanın yanal olarak yayılmasını önlemek amacı ile 14 m'den daha fazla olmaması tavsiye edilir. Perdeler, duman katmanı tabanının en az 500 mm aşağısına kadar inmelidir. Dumanın kaynaklandığı odadan çekilmesine kıyasla daha küçük bir duman haznesi boyutu konusunda kısıtlamaya gidilir.

Dumanın çıkarılması amacı ile kullanılacak olan her bir duman zonunda durgun bölgelerin oluşmasını önlemek için yeterli dü-



Şekil 3. Yangın perdesi.

zenleme yapılmalıdır. Uzun bir duman zonunda durgun bölge, havalandırma ya da tahliye noktalarının üniform bir şekilde dağıtılmamış olduğu durumda veya dolaşım/atrium mekanının ya da alışveriş merkezinin bir ucu kapalı olduğunda oluşur.



Şekil 4. Duman zonu ve duman perdesi.

Duman zonunda, giriş gibi fiziksel bir engel olduğu hallerde de durgun bir bölge oluşabilir. Eğer bir duman katmanı durgun ise, bu katman soğuyacak ve altındaki hava ile karışacaktır. Eğer bir duman katmanı altındaki hava boşluğu durgun ise, bu boşluk görüşü etkileyebilecek yoğunlukta bulanık duman ile dolmaya başlayacaktır. Taze hava girişi, tasarlanmış duman katmanı seviyesinin en az 1.5 metre altından yapılmalıdır. Hava girişinin duman katmanı seviyesinin en az 1.5 metre altına sağlanmadığı durumlarda, taze havanın duman katmanını bozmasını önlemek amacı ile bir duman perdesi ya da bariyeri kullanılmalıdır.

Taze hava girişinin havalandırma sistemi girişlerinden ya da kapılardan yapıldığı durumlarda, bu havalandırma sistemi girişlerinin ya da kapıların, duman havalandırma sistemi devreye girdiğinde taze havanın içeri alınmasına müsaade edecek şekilde, otomatik olarak açılabilmesi sağlanmalıdır.

Yangın büyüyüp duman çekildikçe, içeri alınan hava ve dışarı atılmakta olan yangının ısıttığı havanın hacimleri arasındaki fark değişecektir. Bu da, tahliye yolları üzerinde bulunan kapılarda önemli ölçüde basınç değişikliklerine yol açabilir. Bu sebepten dolayı, bu "itme-çekme" etkisini ortadan kaldırmak amacı ile içeri alınan taze hava doğal yollarla çekilmelidir.

Hareketsiz havanın (ya da duman, ya da gaz) bir bölümü ile temas eden hareket halindeki bir hava akımının basıncı, venturi etkisi nedeniyle hareketsiz havaya nazaran daha düşük olacaktır. Dolayısı ile hareket halindeki bir hava akımı, hareketsiz havayı kendisine doğru cezbeder. Bu çekme etkisinin gücü, hava akımının artan hızı ile artar.

AVRUPA'NIN EN BÜYÜK BORU ÜRETİCİSİNDEN

# wavinas

## SESSİZ BORU®

PİS SU TESİSATI 50 Yıl Garantili

PVC DEĞİLDİR.  
ASTOLAN  
HAMMADDESİNDEN  
ÜRETİLMEKTEDİR.  
ÇEVRE DOSTUDUR.

SESSİZ, SAĞLAM,  
ÖMÜR BOYU  
SORUN ÇIKARMAYAN  
PİS SU BORU  
SİSTEMİDİR.

Made in Germany **wavinas**

SIFONE **HL** ABLAUF

## SÜZGEÇLER, SIFONLAR VE PİS SU ÇEKVALFLERİ

İngilizce ve Türkçe  
pilotlu sistem



• DÜNYA'DA SUSUZ DA ÇALIŞAN PRIMUS SİSTEMLİ TEK SÖZGEÇ

- Yarı Sözcükler
- Çelik Süzgeçler
- Bakır ve İnce Süzgeçler
- Yağmur Su Süzgeçleri
- Basınç Süzgeçleri
- Duş Sifonları
- Kilit Trompetleri
- Lavabo ve Pisuar Sifonları
- WC Çıkartıcıları



PİS SU ÇEK VALFİ

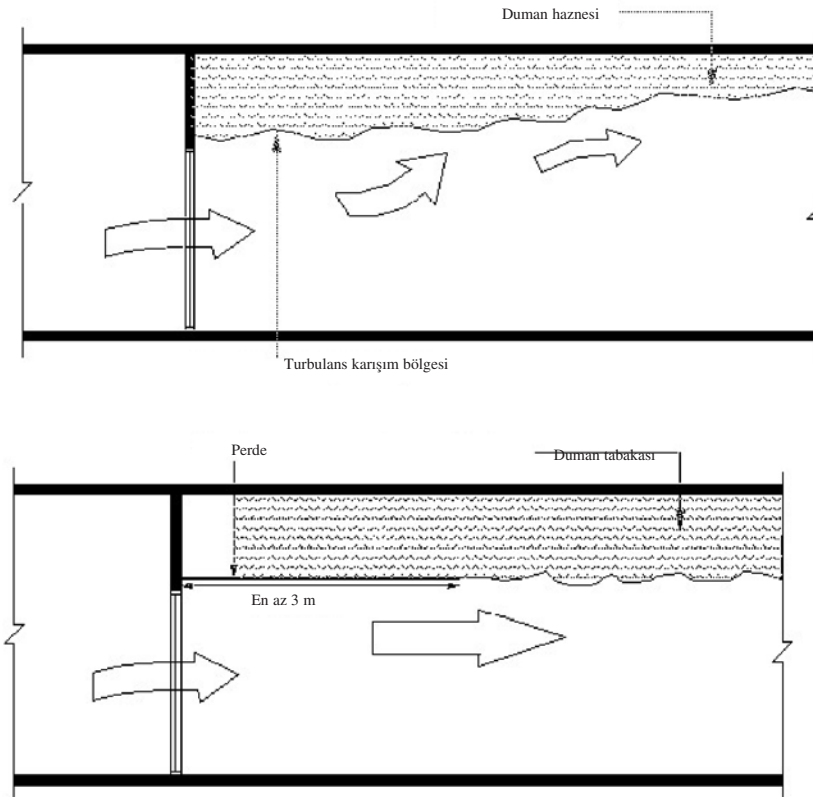
Kuvvetli suyun ve  
büyük çaplı boruların  
bağlı pro ve  
bakımlarına son!



HL 900 HAVALANDIRMA ŞAPKASI

Pis su tesisatı için, duvarından 37 litre / saniye  
hava ile beslenir. HL 900'un dışarıya hava salmadan,  
pis su tesisatının temiz hava ihtiyacını karşılaması  
sırasında tesisatı güvenli ve temiz tutar.





Şekil 5. Dumanın yönlendirilmesi.

Şekil 5a'da kapıdan akmakta olan temiz hava akımı dumanı kendisine doğru çekmektedir. Duman haznesi tabanı sabit basınç yüzeyini izlemekte ve kapıya yaklaştıkça aşağı doğru bel vermektedir. Duman haznesinin tabanı kapı seviyesinin üzerinde yeteri kadar yüksekte olmadığı sürece (en az 1.5 m) duman tabanı kapının üst seviyesinin hemen altına gelecektir. Bir hava girişinin (örneğin kapı) duman tabakasının alt seviyesinden en az 1.5 m daha aşağıda konumlandırılmadığı durumlarda, giriş havasının duman katmanını bozmasını önlemek amacı ile bir duman perdesi, ya da yanmaz bir yatay perde kullanılabilir. Şekil 5b'de kapıdan daha geriye kurulmuş bir duman yönlendirme perdesi görülmektedir. Perdenin alt kenarı kapıdan daha yüksektedir. İçeri girmekte olan hava akımı, kapıdan girip perdenin altından geçerken dikey olarak genişleyecek ve böylece hızı da yavaşlayacaktır. Bunun sonucu olarak da duman katmanını aşağı doğru çekmek konusunda daha az etkili olacaktır. Duman/hava karışım noktasında, hava akımını etkileyecek daha az türbülans mevcuttur ve bu şekilde karışmış olan duman daha yüksek bir seviyededir. Duman perdesinin kapıdan uzaklığı 3 m'den fazla olmalıdır. Eğer duman haznesi bünyesinde asma tavan mevcut ise, duman haznesini oluşturan perdelerin tavana kadar çıkmaları, asma tavadaki deliklerin toplam alanının en az %25'ini oluşturması ve asma tavan boşluğu içindeki hacimlerin durgun bölgeler yaratmayacak bir şekilde düzenlenmesi koşulları ile asma tavan üzerinde kalan boşluk da duman haznesi derinliğine dahil edilebilir.

## 5. Duman Kontrol Senaryosu

Duman havalandırma sistemi, duman kontrol bölgesi dahilindeki duman algılayıcıları tarafından harekete geçirilecektir. Duman algılayıcıları, duman yayılması ya da başka bölgelerden duman sızıntısı meydana gelmesi yüzünden yangın olmayan bölgelerde kazara ya da zamanından önce devreye girmesinin önlenmesi açısından, duman havalandırma sistemi duman kontrol bölgesi dahilindeki algılayıcılar tarafından harekete geçirilmelidir. Yangın damperinin, atrium duman kontrol sistemi kanalına monte edilmesine müsaade edilmemektedir. Yangın durumlarında, egzoz kanalları ve temiz hava kanalları, yangın süresince açık olmalı, temiz hava ve egzoz fanları çalışmalıdır. Kanal içerisine yangın damperi tesis edilmesi, duman kontrol sisteminin başarısız olmasına yol açacaktır.

Ancak, her katta olağan mekanik duman tahliyesi bulunan binalarda, etkilenmeyen tüm katlardaki tüm egzoz kanalları, dumanın ve yangının yayılmasını önlemek amacı ile kapatılmalıdır. Yangın katındaki egzoz kanalına giden yangın damperi açık kalmalı; öte yandan, diğer katlarda, yangın damperleri kapalı konumda olmalıdır.

Bir duman bölgesi içindeki duman tahliye sisteminin tamamen çalışır hale gelmesi, algılama sisteminin aktivasyonunu müteakip 60 saniyeyi geçmemelidir.

Doğal duman tahliye sistemlerinin elektrik kesinti/sistem arızası durumunda "açık" konumda kalmalıdır ve pozitif rüzgar basıncından olumsuz olarak etkilenmeyecek şekilde konumlandırılmış olmalıdır. Çatı vantilatörlerinin konumlandırılmasının yanlış olarak yapılması durumunda, hava, atrium çatı alanına doğru yönlenecek ve dolayısı ile, dumanı, binanın içine doğru itecektir. Temiz hava fanlarının dışarıdan hava emiş ağızlarına kanal tipi duman dedektörü yerleştirilmeli ve bu dedektörlerin duman algılaması durumunda gecikme olmaksızın ilgili fanın otomatik olarak durması sağlanmalıdır.

Yangın kontrol merkezi bünyesine, yangın kumanda merkezinin bulunmadığı durumlarda ise ana yangın gösterge panosuna, duman havalandırma sistemini uzaktan el ile harekete geçirme ve kumanda anahtarlarının yanı sıra sistemin işleyiş durumunu gösteren göstergeler de dahil edilmelidir.

Yangın kontrol merkezi ya da yangın gösterge panosunda uzaktan el ile harekete geçirme ve kumanda anahtarlarının bulunuyor olması, duman havalandırma sisteminin daha iyi bir şekilde izlenmesine olanak sağlayacaktır.

Duman algılayıcıların arıza yapması durumunda, atrium duman egzoz sistemi, etkilenen alanlardan dumanın çıkarılması

için, ilgili cihazların devreye sokulmasında, duman algılayıcı işlevini gerçekleştiren ve el ile kumanda edilen bir anahtar vasıtası ile harekete geçirilebilir.

Fanlar ve ilgili duman kontrol ekipmanın kablo tesisatı, bir yangın durumunda çalışmaya devam edebilmelerini temin etmek amacı ile korunmuş olmalıdır. Binada bulunanların tahliyesine ve yangınla mücadele girişimlerine yardımcı olmak üzere binadan dumanın tahliye edilmesi amacı ile duman kontrol sistemi monte edilmiş olduğu için, sistem devreleri, bir acil yangın durumunda güvenilirlik ve devamlılığın sürdürülmesini temin etmek üzere korunmalıdır. Bunun için kablolar en az 1 saat süre ile yangına dirençli olmalıdır.

## 6. Sonuç

Dumanın yayılmasının önlenmesi ve istenilen görünürlüğün sağlanabilmesi için alışveriş merkezinin geometrisi gözönüne alınmalı, oluşacak duman miktarı kullanım amacına bağlı olarak hesaplanmalı, yağmurlama sisteminin etkisi hesaplara katılmalı, verilen taze hava miktarı ve hızı, dumanı egzozu yönlendirecek seviyede olmalıdır.

Alışveriş merkezlerinde duman kontrolü için sadece uygun kapasitede egzoz fanı konulması yeterli değildir. Temiz hava girişi uygun konumda ve yeterli kapasitede olmalı, uygun duman kontrol zonları oluşturulmalı, duman perdeleri duman kontrol etkinliğini artıracak şekilde yerleştirilmeli, fanların elektrik beslemesi güvenilir olmalı ve insanların kaçışlarını kolaylaştıracak ve müdahale ekiplerine elverişli temiz ortam oluşturacak senaryo uygulanmalıdır.

## 7. Kaynaklar

- [1] British Standard Institution. BS5588: Fire precautions in the design, construction and use of buildings. Part 7: Code of practice for the incorporation of atria in buildings. London, BSI, 1997.
- [2] Morgan H P. Comments on "A note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls". Letters to the Editor, Fire Safety Journal, 12, pp 83-84, 1987.
- [3] Klote, J.H. ve J.A.Milke, Design of smoke management systems. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering (1992).
- [4] Yamana, T. ve T.Tanaka, Smoke control in large scale spaces (Part 2. Smoke control experiments in a large scale space): Fire Science and Technology 5(1) s.41-54 (1985).
- [5] National Fire Protection Association. Smoke management systems in malls, atria and large areas.. Publication No.92B. Quincy MA, NFPA, 2006.
- [6] Dillon, M.E., Determining effectiveness of atria smoke control systems, ASHRAE Journal, 37-41 (1994).
- [7] Milke J A. Smoke management for covered malls and atria. Fire Technology, vol 26 (3), pp 223-243, 1990.
- [8] Klote J H. An overview of atrium smoke management. Fire Protection Engineering, No 7, SFPE, pp 24-34, 2000.
- [9] Law M. A note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls. Fire Safety Journal, 10, pp 197-202, 1986.
- [10] Thomas P H. On the upward movement of smoke and related shopping mall problems. Fire Safety Journal, 12, pp 191-203, 1987.

### Yazar;

#### Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç

1951 Malatya doğumlu olan Abdurrahman Kılıç, İTÜ Makine Mühendisliği bölümünü bitirmiş ve aynı üniversitede yüksek lisans ve doktora eğitimini tamamlamıştır. Halen İTÜ'de öğretim üyesi olarak çalışan Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç aynı zamanda TTMD Yönetim Kurulu üyesidir. Alanı ile ilgili birçok kitap, makale yazmış olup, çeşitli kongre ve seminerler sunmuştur.

# aquatherm

**METAL  
DEAKTİVATÖRLÜ  
FUSIOLEN®  
TESİSAT SİSTEMLERİ  
10 YIL SÜRE İLE  
4.500.000 EURO  
SİGORTALI**

#### Kullanım Alanları

İçme suyu, kullanma suyu, ısıtma-soğutma hatları için,  
Özellikleri

16- 250 mm çapları arasında üretilir.

Uzama Katsayısı 0.035 mm/ mK'dır.

260°C füzyon kaynağı ile birleştirilir.

Kaynak yapmadan önce tıraşlamaya gerek yoktur.

DIN normlarına uygundur.

TSE, Hijyen Enstitüsü, DVGW, NSF, GOST

vb sertifikalara sahiptir.

Made in Germany



# climatherm

**DÜNYA'NIN İLK  
ISITMA / SOĞUTMA  
FAN COIL  
JEOTERMAL  
ÖZEL CET BORUSU  
10 YIL SÜRE İLE  
4.500.000 EURO  
SİGORTALI**

#### Özellikleri

- 20- 250 mm çapları arasında üretilir.
- Fusiole PP-R 80'den mamüldür.
- Siyah çelik boruya alternatif olarak kullanılır.
- Sürtünme kayıpları çok düşüktür.
- Pompa performansını artırır.
- Kesinlikle korozyona uğramaz.
- Metal deaktivatördür.
- Uzama Katsayısı 0.035 mm/mK'dır.
- Sıcaklık dayanımı -20°C ile 90°C aralığındadır.
- Isı kaybı çok düşüktür.
- (Çelik: 60,00 W/mK, Alüminyum: 200,00 W/mK, Bakır: 380,00 W/mK, climatherm: 0,15 W/mK)
- Servis ömrü uzundur.
- Fiyat olarak ekonomiktir.
- Metal sistemlere göre izolasyon ve işçilik maliyeti daha azdır.

# Alışveriş Merkezlerinde Klimada Sistem Seçimi ve Pratik Notlar

## Shopping Mall Air-Conditioning System Selection and Practical Notes

Rüknettin Küçükçalı

TTMD Üyesi

### Özet

Büyük alışveriş merkezlerinde kullanılabilecek sistemler çok fazla sayıdadır. Ancak bunların içinde dört sistem (özellikle dükkanlar için) yaygın olarak kullanılabilir. Ancak bunların içinde dört sistem (özellikle dükkanlar için) yaygın olarak kullanılabilir.

Çok sayıdaki sistem seçim kriterleri içinde; konfor şartları, kuruluş ve enerji maliyetleri öne çıkmaktadır.

İnsanlar konfordan asla vazgeçmeyecekleri için soğutma, ısıtma ve havalandırma konforu ve yangın güvenlik koşulları en iyi şekilde sağlanmalıdır.

Enerji maliyeti sistem seçim kriterleri içinde her zaman çok önemlidir. Ancak şimdi ise çok daha önemlidir. Çünkü ham petrolün varili bugün 117\$ oldu. Yani 9 yılda 12 katına çıktı. Gelecekte de çok daha fazla artabileceği düşünülüyor.

Bu yüzden binaların "Enerji Kimlik Belgesine" ihtiyaçları olacağını ve seçilen sistemin "Sürdürülebilirliğini" daha fazla araştırmalıyız.

### Abstract

There are many different kinds of air-conditioning systems that can be used in shopping malls. However, four of them which are widely used today, especially in retail store areas. Among many selection criteria; comfort conditions, initial investment and energy consumption are three major decisive factors.

Since it's always been hard for humans to abandon comfort conditions; HVAC and fire-safety conditions should be satisfactory attained.

Energy cost always plays a dominant role in system selection and now it is much more important because oil price has become 117\$/barrel with a 12 times increase in 9 years and yet the increase in oil prices are expected to continue. Thus, buildings might need to have "Energy Identification Cards" and there should be more focus on "sustainability".

### 1. Giriş

Alışveriş merkezlerini cazip kılan birçok neden var:

Alışveriş, gezinti, yemek, kafeteryalarda sohbet, çay-kahve,

sinema, süpermarket (sebze, meyva, et, balık, vb), kuaför, spor vb. Özellikle hafta sonlarında ailece herkesin mutlu olabileceği alternatif ortamlar alışveriş merkezlerinde bulunabiliyor. Alışveriş merkezlerindeki bu farklı alternatif ortamlarda, farklı klima sistemleri kullanılmaktadır.

### 2. Alışveriş Merkezlerinde Mekanik Tesisatta Sistem Seçimi

Sistem seçim kriterlerini sekiz başlık altında toplayabiliriz.

- 1- Performans kriterleri,
- 2- İlk yatırım maliyeti,
- 3- Enerji maliyeti,
- 4- İşletme, servis, bakım ve onarım maliyetleri,
- 5- Ömür boyu maliyet,
- 6- Mimari ve inşaatla ait kriterler,
- 7- Planlama ve montaj kriterleri,
- 8- Emniyet, riskler ve hijyen,

Performans kriterlerinden en önemlisi olan, seçilen sistemin insanların konfor beklentilerini ne kadar karşılayabildiğidir. Taze hava ihtiyacı (havalandırma) ve soğutma kapalı çarşılar için en önemli konfor kriteridir.

Ancak üflenen havanın; sıcaklığı, debisi, hızı, üfleme mesafeleri ve sesi ile insanları rahatsız edip etmediği gerçekleşen konfor seviyesini oluşturur. En iyi klima; hissedilmeyen (gürültüsü, havanın rahatsız edici soğuk veya sıcak üflenmesi vb) klima sistemidir.

Kapalı çarşılarda soğutma ve havalandırma mükemmel olmalıdır. Seçilebilecek sistem alternatiflerine baktığımızda çarşılardaki dükkanlarda kullanılabilecek dört farklı klima sistemi vardır:

- 1- Tam havalı sistemler ve Primer havalı sistemler
- 2- Fan coil,
- 3- Su kaynaklı ısı pompaları,
- 4- Değişken gaz debili sistemler.

Bu sistemlerin her biri ısıtma, soğutma ve havalandırma gibi konfor şartlarını yeterince sağlayabilir. Ancak diğer beklentileri ne kadar karşılayabilecekleri, avantaj ve dezavantajları her proje için ayrı ayrı incelenmelidir.



### 3. Alışveriş Merkezlerindeki Farklı Hacimler İçin Seçilebilecek Klima Sistemleri

#### Kullanım amacı

1. Gezinti Yollarında

#### Kullanılabilecek klima sistem alternatifleri

:Tam havalı sistemler (kombi tip klima santralleri).

2. Atriumlar

:Tam havalı sistemler (kombi tip klima santralleri).

3. Mağaza ve Dükkanlar

:Tam havalı sistemler, Fan-Coil, Değişken gazdebili sistemler veya su kaynaklı ısı pompaları + havalandırma (karışım havalı klima santralleri ile birlikte).

4. Fast Food Katı (Açık)

:Tam havalı sistemler (genellikle %100 taze hava ile çalışan klima santralleri + mutfak egzoz sistemleri).

5. Büyük Lokanta ve Kafeteryalar

:Her biri için ayrı klima santrali (%100 taze hava ile çalışan klima santralleri + mutfak egzoz sistemleri).

6. Küçük Lokanta ve Kafeteryalar

:Ayrı klima santralleri kullanılmalı, dönüş havası alınmamalı, %100 egzoz (mutfaktan) yapılmalıdır. Tam havalı sistemler veya bireysel sistemler kullanılabilir.

7. Süper Marketler

:Tam havalı klima sistemleri kullanılmalıdır. Karışım havalı klima santralleri + egzoz sistemi (Egzoz menfezleri balık, et, sucuk vb reyonların civarında olmalıdır).

8. Sinema Salonları ve Fuaye

:Her sinema salonuna ve fuayelere ayrı ayrı klima santrali veya paket tip roof-top klima cihazları kullanılmalıdır.

9. Spor Salonları (Fitness Center)

:%100 taze hava ile çalışan ayrı klima santrallerinin kullanılması hijyen şartları açısından daha uygundur. Klima santrali ve egzoz sisteminde CO<sub>2</sub> sensöründen kontrol edilen insan yoğunluğunun az olduğu saatlerde frekans konvektörlü fanlar kullanılması ile ekonomi sağlanabilir. Bireysel sistem + %100 taze hava ile çalışan klima santrali da kullanılabilir.

10. Kapalı Garajlar

:Mağazaların ve gezinti yollarının egzozu garaja basılabilir. İkinci kez kullanılan hava dışarıya garajdan egzoz edilir. Bu hava girişi garaj katlarında;  
a- Isıl konforu artırır,  
b- Hava şartlarını iyileştirir,  
c- Toz birikmesi riskini azaltır.  
d- Ayrıca kışın soğuk günlerinde ilk çarşı katının döşemesinin çok soğuk olmasını da önler.  
e- Yazın sıcak günlerinde de dışarıdan gelen ve dışarıya çıkan insanlarda termal şok etkisini azaltır.  
f- Ancak bu hava yangın anında garaj yerine bir by-pass damperi yardımıyla bina dışına çıkartılmalıdır.

### 4. AVM İçinde Bulunan Kullanım Saatleri Farklı Olan İşletmelerin Klima Sistemleri

Bazı işletmeler alışveriş merkezlerinin çalışma saatleri dışında da hizmet vermek isteyebilir.

- Alışveriş merkezlerinin genel çalışma saatleri :10:00-22:00
- Lokantalar :10:00-24:00 (hatta bazıları 01:00)
- Spor Merkezleri (Fitness Center) :06:00-24:00
- Kafeteryalar :Bazı merkezi yerlerde kahvaltı için daha erken saatleri ve hafta sonları daha geç saatlere ihtiyaç duyabiliyorlar.
- Sinema işletmeleri :Özellikle hafta sonları gece 23:00, hatta 24:00'de başlayan seanslarla da hizmet vermek isteyebiliyorlar.

Bu durumda öncelikle çarşıda, çarşı işletmesinden farklı saatlerde insanların giriş ve çıkışlarının getirileceği güvenlik sorunu mimari projede çözümlenmelidir.

Ayrıca çarşı üzerinde yükselen konut, ofis ya da otel gibi yapılar varsa bunların giriş çıkış saatlerinin farklı olacağı mimari ve tesisat projelerinde dikkate alınmalıdır.

Bu hacimlerin klima sistemlerinin ayrı yapılması ya da işletme saatleri dışında da ekonomik kullanılabilir olması önem kazanmalıdır. Ayrıca yan hacimler ve tüm mekanik tesisat önem kazanmaktadır. Bu işletmelerin kullanacağı wc, duş, otopark vb yan hacimlerin ısıtma, havalandırma, sıcak su gibi ihtiyaçlarını karşılayacak uygun mekanik sistemler servis verebilmelidir.

## 5. Açık Çarşılar

Açık çarşılardaki dükkan, lokanta vb hacimlerde:

- a- Isı kaybı olan hacimlerde statik ısıtma yapılması,
- b- Havalandırma sistemi pozitif basınç sağlayacak şekilde planlanması,
- c- Kapısı genellikle açık kalacak hacimlerde kapı üzerine hava perdesi kullanılması tavsiye edilir.

## 6. Çarşı Katlarının Üzerinde Konut, Ofis, Otel vb. Yükselen Yapılar Varsa

Çarşı, ofis, otel ve konut yapılarının her birinin mekanik tesisatları tamamen ayrı olmalıdır. Isıtma tesisatı,

Soğutma tesisatı,

Havalandırma tesisatı,

Su depoları ve hidrofor sistemi (hatta ana girişteki su sayaçları) tamamen bağımsız olacak şekilde planlanmalıdır.

Yangın ihbar, söndürme ve tahliye sistemleri ise ayrı olmakla birlikte otomasyon sistemi yardımı ile koordinasyonu sağlanmalıdır.

## 7. Öneriler

### 1-) Sürdürülebilirlik:

Ömür boyu maliyet hesapları yapılmalıdır. Özellikle işletme maliyeti içerisindeki enerji maliyeti her zaman önemli olmakla birlikte, artık en önemli ilk kriter olarak algılanmalıdır.

Hem petrolün varil fiyatı 9 yıl önce 10\$ iken, bugün 117\$ oldu ve son 9 yılda yaklaşık 12 katına çıktı. (Şekil 1) Ayrıca gelecek 10 yılda petroldeki aşırı fiyat artışının devam etme olasılığı çok yüksektir.

Tarih		2008	2008	2007	2005	1999
		22 Nisan	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak
Ham Petrol Fiyatları	NYMEX	117	95	63	40	10
Artış Oranları %	Yıl İçindeki	23	23	1	58	150
	1999'dan	1.070	850	530	300	

Şekil 1. Ham petrol fiyatlarındaki değişim.

a- Gelecekteki enerji fiyatları da dikkate alınarak; seçilecek sistemin kaç yıl kullanılabilirliği yani sürdürülebilirliği araştırılmalıdır. Enerji maliyetinin sistem seçim kriterleri içinde gelecekte daha fazla önemli olacağı açıktır.

b- Gelecekte kullanmak üzere mimari projede SIFIR ENERJİ binası (Belkide + Enerji binası) planlanmalıdır.

c- Bugün içinde özellikle alışveriş merkezlerinin teras katları güneş enerjisi ve güneş panelinden yararlanmak için genellikle uygun olabilir. Hiç olmazsa kullanma sıcak suyu üretimi için yararlanılabilir.

d- Dükkanlarda kışında soğutma ihtiyacı vardır. Oysa klima santrallerinde da taze havayı ısıtmak gerekmektedir.

Özellikle değişken debili sistemlerinin ısı geri kazanımlı uygulamaları çarşılar için çok uygun olacaktır. Isı geri kazanımlı değişken debili sistemde dükkanlardaki ısı; direkt olarak klima santrali serpantinlerine (özellikle koridorlar ve atrium klima santralına) aktarılabilir ve çok büyük oranda enerji tasarrufu sağlanabilir.

Bu sistem:

Küçük birimlerde kullanılabilir durumdadır.

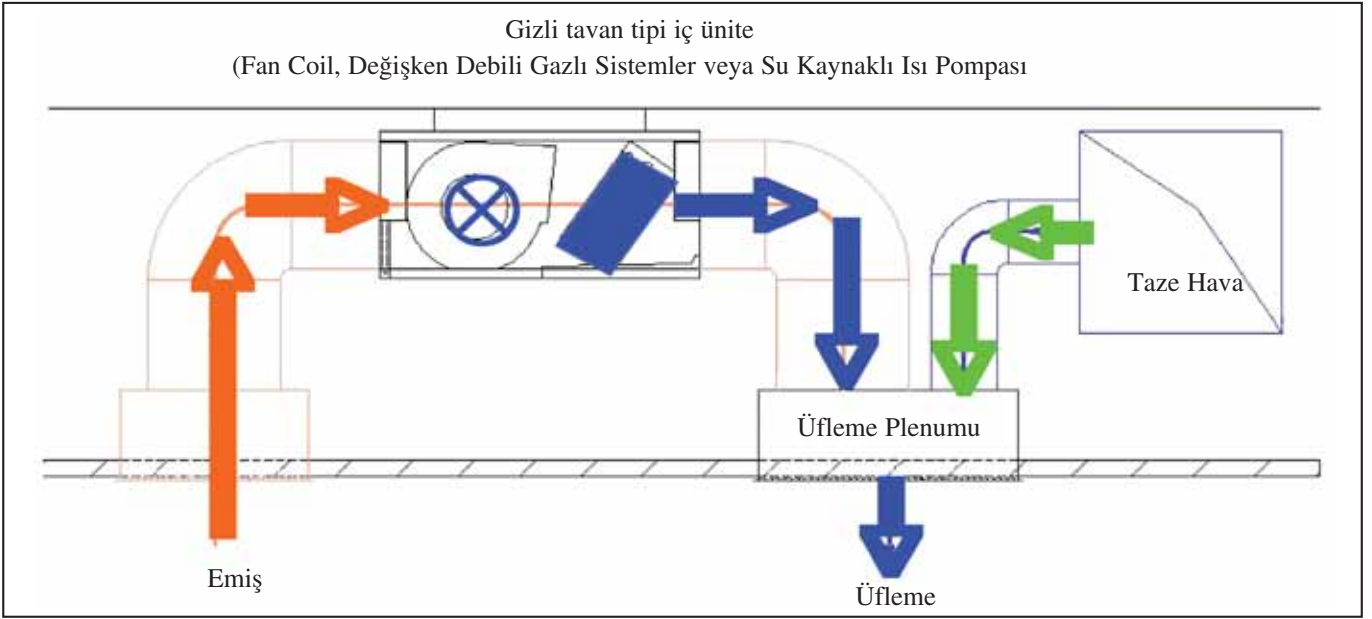
Büyük sistemlerde de kullanılabilir şekilde geliştirilmektedir.

2-) Dükkanlar için primer havalı klima santrali kullanılan sistemlerde bu alışkanlık (çok özel nedenler yoksa) değiştirilmeli ve kombi tip klima santrali (karışım havalı) kullanılmalıdır. Bu sayede klima santralının aldığı taze havayı ısıtma ihtiyacı büyük oranda ortada kaldırılmış olacaktır.

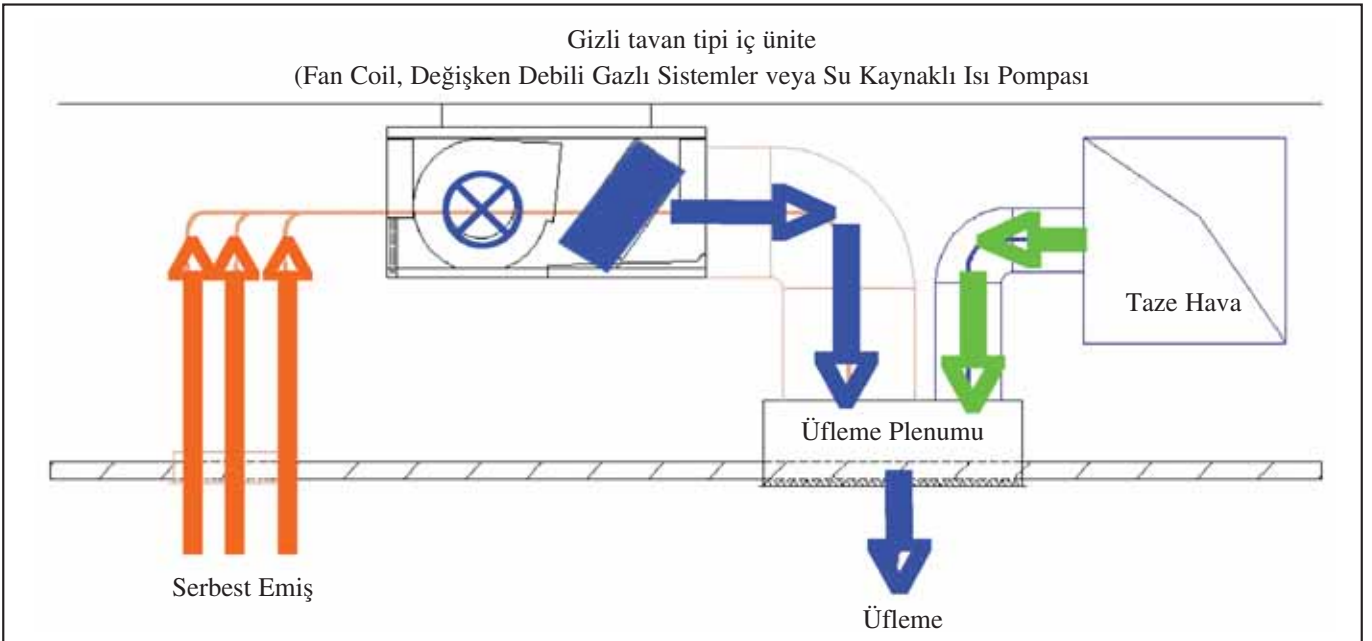
3-) Dükkanlarda Fan-coil, DSD iç ünitesi veya WSHP cihazları varsa, klima santralından gelen taze hava, bu cihazlarının hava emiş kutularına bağlanmalıdır (Şekil 2, 3, 4, 5).



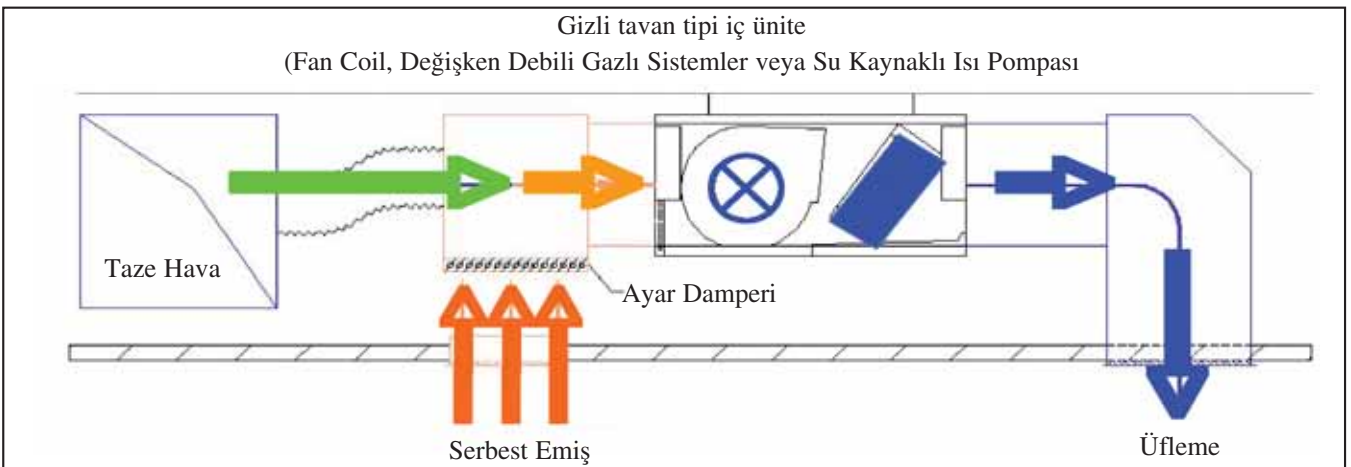
**ARI**



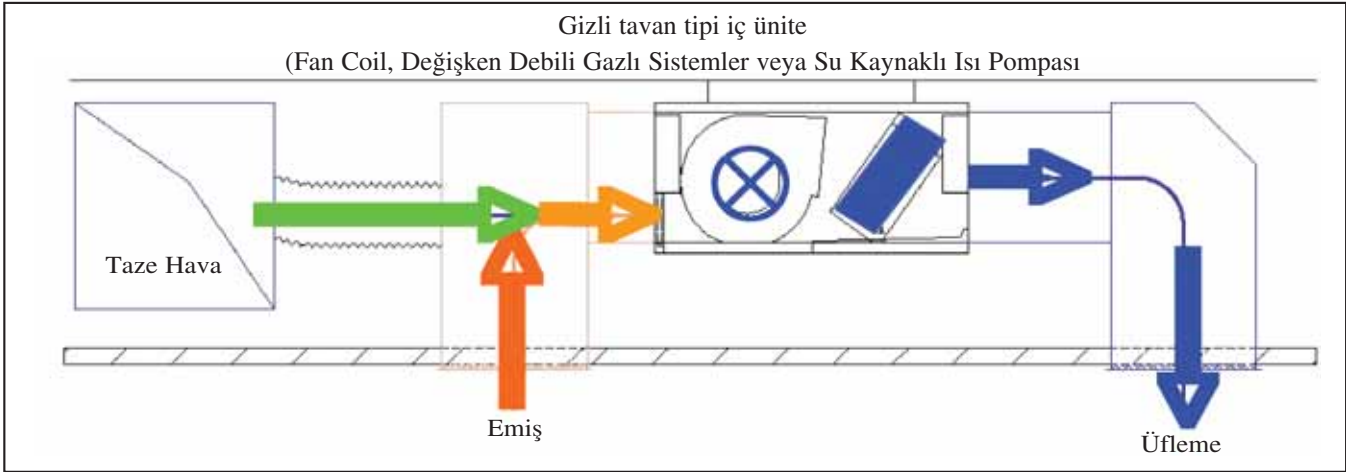
Şekil 2. Taze hava üfleme tarafında emiş hava kanalı bağlantılı (Ortamdan).



Şekil 3. Taze hava üfleme tarafında emiş serbest (Asma tavan boşluğundan).



Şekil 4. Taze hava dönüş tarafında emiş serbest (Asma tavan boşluğundan).



**Şekil 5.** Taze hava emiş tarafında emiş hava kanalı bağlantılı (Ortamdan).

**Not:** Bu bağlantı şekli genellikle daha uygundur.

4-) Çarşılarda özellikle sabah 10:00 - 12:00 saatleri arasında insan yoğunluğu çok azdır. Öğleden sonra da hafta içinde 14:00 -17:00 saatleri saatlerinde insan yoğunluğu düşüktür.

a- İnsan yoğunluğunun az olduğu saatlerde klima santrallerinin fanları ve egzoz sistemleri; zaman ayarlı veya daha iyisi CO<sub>2</sub> sensörü yardımı ile hava miktarını azaltabilmelidir (enerji tasarrufu sağlamak için).

b- Dış havanın çok sıcak ve çok soğuk olduğu gün ve saatlerde; dönüş havası karışımı artırılarak taze hava miktarı azaltılabilmelidir (Entalpi kontrolü yardımı ile).

c- Dış havanın çok sıcak ve çok soğuk olmadığı günlerde ise taze hava miktarı % 100'e kadar çıkartılabilmelidir (entalpi kontrolü yardımı ile).

d- Bedava Soğutma (Free-cooling), Cool down, night purge gibi iç hava kalitesini arttıran, ön soğutma yapabilen ve enerji ekonomisi sağlayan imkanlar sistem içinde olmalı ve işletmede yararlanılmalıdır.

5-) Klima santralleri kapalı çarşılarda genellikle ya da yoğun olarak teras kattadır. Dış havada en fazla toz yer seviyesindedir ve üst katlara doğru azalır. Alt katlardaki klima santrallerinin filtreleri de bu nedenle daha kısa sürelerde tıkanır. Bunun sonucunda;

a- Klima santralının üflediği hava miktarı azalır, bina içindeki iç hava kalitesi bozulur,

b- Enerji tüketimi artar,

c- Artan servis sıklığı da iş gücü maliyetini artırır.

Klima santralleri teras kata monte edilmelidir. Bu imkan yoksa, taze hava yine de hava kanalları yardımı ile daha üst seviyelerden alınmalıdır.

6-) Alışveriş merkezlerinde yıl boyunca kullanılan enerjinin en büyük bölümü genellikle klima santrallerinde tüketilir.

Oysa kazanlar ve su soğutma grupları (su soğutmalılar) alışkanlık olarak bodrum kattaki makine dairelerindedir. Bodrum katta üretilen sıcak veya soğuk enerji teras kata (yani uzaklara) taşınmaktadır.

Kondenser boruları da bodrum kattan, yukarıdaki su soğutma kulesine ısı taşırlar (bu borular Ø600mm gibi büyük çaplarda olabiliyor).

a- Kazanlar ve soğutma grupları da teras kata alınır; enerjinin taşıma maliyeti azalır.

Pompalama enerjisi, Borulardaki ısı kayıpları, Borulardaki ısı kazançları ve Balans sorunları ciddi oranda azalır.

b- Çarşının üzerinde yükselen yapı varsa:

Baca konusu bu yapı ile birlikte çözülebilir.

Makine dairesindeki ses (gürültünün) binaya yansımaması için önlemler alınmalıdır.

7-) Büyük çarşılarda yalnız bir adet ısıtma ve soğutma merkezi

planlamak da enerjinin taşınması maliyetini artırır.

Ayrıca çok büyük çaplı borular mimaride de sorun yaratabilir. İki, üç, dört veya daha fazla ısıtma ve soğutma merkezi yapılabilir. Bu konu tesisat proje mühendisinin araştırması ve mimari büro ile birlikte çözümlenmelidir.

8-) Aynı şekilde 30.000 m<sup>3</sup>/h den daha büyük kapasiteli klima santrallerinden çıkan havanın dağıtılması, balans ve hava kanalı kesimine mimari projede (özellikle asma tavan yüksekliği artar) yer bulmak açısından sorun olabilir.

60.000 m<sup>3</sup>/h kapasiteli bir adet klima santrali yerine iki adet 30.000 m<sup>3</sup>/h kapasiteli klima santrali kullandığımızda; cihazın içi ve cihaz harici basınç kayıpları (hava kanallarının mesafelerde kısılacağı için) da azalacak, işletmede enerji maliyeti de azalacaktır.

10-) Asma tavan içinde dolaşan içi su dolu ısıtma veya soğutma borularının getirebileceği sorunlar dahi sistem seçimi için çok önemli olabilir. Asma tavan içindeki borular veya bağlantı elemanları patladığında veya su kaçırdığında dükkanların görebileceği zararı yine çarşının mal sahibinin ödeyeceği unutulmamalıdır.

9-) Ancak burada ve benzer konularda bir sınırlama söz konusu değildir. Her proje kendi koşulları içinde araştırılmalıdır. Proje mühendisi uygun gördüğü takdirde 100.000 m<sup>3</sup>/h kapasitede klima santrali da kullanılabilir.

## 8. Sonuç

Alışveriş merkezlerinde klimada sistem seçimi için olabildiği kadar tüm seçim kriterleri, bu kriterlerin önem ve öncelik seviyeleri dikkate alınmalıdır. Yukarıda bahsedilen kriterler dışında ayrıca:

Hijyenik şartlar,

Çalışma şartları,

Kiralama şartları,

Aydınlatma şartları,

Kullanım amacı insan sayıları ve özellikle havalandırma şartları her zaman yeterince önemsenmelidir.

Seçilen sistemin “sürdürülebilirliği” çok önemlidir.

Binaların “Enerji Kimlik Belgesi” ne sahip olmaları ve bu belgenin seviyesi ile değer kazanacaklarını daha fazla önemsemeliyiz.

## Yazar:

### Rüknettin Küçükçalı

1972'de İTÜ Makine Fakültesinden mezun oldu. 1970 -1973 yılları arasında Sungurlar Isı Sanayi AŞ'de Yüksek basınçlı buhar ve kızgın su sistemlerinin proje ve uygulamalarında çalıştı. Daha sonra 1973 -1975 yılları arasında Tokar AŞ'de İstanbul Etap otel şantiyesi klima ve tesisat işleri proje müdürü olarak görev yaptı. 1975 yılında Isısan AŞ.'yi kurdu. Halen bu firmada yönetim kurulu üyesi olarak görev yapmaktadır.

# Isıtma ve Soğutma Uygulamalarında Güneş Enerjisi Kaynaklı Absorbsiyonlu Sistemler

## Solar Assisted Absorption Systems For Heating and Cooling

Bilsay PASTAKKAYA, Dr. Kürşat ÜNLÜ, Prof. Dr. Recep YAMANKARADENİZ

### Özet

Bu çalışma, güneş enerjisi kaynaklı ısıtma ve absorbsiyonlu soğutma sistemi uygulamalarının tanıtılmasını, kullanımının önemini ve sistem performansına etki eden faktörlerin açıklanmasını içermektedir. Isı kaynağı olarak güneş enerjisinden faydalanan absorbsiyonlu sistemler, gerek sistem verimlilikleri, gerekse işletim giderleri açısından sağladığı faydalar nedeniyle, alternatiflerinden çok daha umut vaat etmektedir. Söz konusu sistemin verimliliğini etkileyen en önemli parametre, kaynatıcıyı besleyen ısı kaynağının kaynatıcıya giriş sıcaklığıdır. Bu sıcaklık değerinin belirlenmesi, kullanılan akışkan çifti, güneş kolektörü tipi ve sistem tasarımına bağlıdır. Güneş enerjisinin, hava şartları ve mevsimsel değişimlerinden etkilenmesi ve yalnız gündüz saatlerinde elde edilebilmesi nedeniyle, enerjinin depolanması ihtiyacı vardır. Gerekşinim duyulan bu enerji su ya da soğutucu akışkanın, uygun sıcaklık değerlerinde depolanması ile sağlanabilmektedir. Güneş enerjisi kaynaklı ısıtma-soğutma sistemleri günümüz koşullarında, ilk yatırım maliyetlerinden ötürü geleneksel ısıtma-soğutma sistemleri ile rekabet edememektedir. Ancak teknolojik gelişimin beraberinde getirdiği yüksek performansları ve alternatiflerine göre sahip olduğu üstünlükler, gelecekte enerji kullanımına bağlı sorunlara önemli çözümler sağlayacağı gerçeğinin bir kanıtıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Isıtma ve Soğutma Sistemleri, Absorbsiyonlu Sistemler, Güneş Enerjisi.

### Abstract

This study includes the presentation of solar assisted heating and absorption cooling system applications, the importance of using these systems and the factors which affects the performance of them. Absorption systems which use solar energy as the heat source are more promising than their alternatives because of the advantages they provide both in system efficiency and operation costs. The most important parameter which affects the efficiency of the system is the inlet temperature of the heat source, which feeds the boiler. The determination of the value of this temperature depends on the fluid combination, type of solar collector and the design of the system. Since the solar energy is affected by the weather conditions and seasonal changes, and it can only be obtained during daytime, the energy needs to be stored. The required energy can be obtained by storing the water or the working fluid in appropriate temperature. Today, solar assisted heating and cooling systems cannot compete with the traditional heating and cooling systems because of the first cost. Nevertheless, thanks to the technological improvements solar assisted heating and cooling systems' high performances and their having better qualifications compared with the alternatives prove that they are going to provide considerable solutions to the problems which stem from the use of energy in future.

**Keywords:** Heating & Cooling Systems, Absorption Systems, Solar Energy

## Problem:

Montaj kolaylığı sağlamayan, montajı zor banyo süzgeçleri



## Çözüm:

ERTEM "Pureflow" serisi banyo süzgeçleri



### "Pureflow" banyo süzgeçlerinin özellikleri

- Yüksekliği ayarlanabilen teleskopik üst gövdesi ile seviye ayar imkanı sağlar.
- Her iki ekseninde üst gövdenin eğimi ayarlanabilir.
- Döşemeye uygunluk gösterebilmesi için üst gövde kendi eksenini etrafında rahatça döndürülebilir.
- Sökülebilir koku fermetürü ile rahatça temizlik ve bakım yapılabilir.

Ertem Pureflow serisi banyo süzgeçleri EN 1253 Avrupa Standardına uygundur.

Sihhi Tesisattaki özel sorunlarınızın çözümü için ERTEM'in ürün ve hizmetlerinden faydalanın. Çözüm ERTEM'de başlar!

**ertem**

Ertem Sihhi Tesisat Teknolojisi A.Ş.

Genel Merkez: Çetin Emeç Bulvarı  
6.Cadde No:65/1 06460 Öveçler/Ankara  
Tel:0312. 472 12 72 -74 • Faks: 0312. 472 12 73  
info@ertem-sanitary.com

www.ertem-sanitary.com

## 1. Giriş

Enerji ihtiyacının ve enerji kullanımı ile ilgili sorunların her geçen gün arttığı günümüzde, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı daha önemli hale gelmektedir. Dünya çapında enerji tüketim değerinde en yüksek paya sahip olan ısıtma-soğutma uygulamalarıdır. Bu nedenle ısıtma-soğutma sistemleri için gereken enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması, mevcut sorunlara önemli çözümler getirecektir. Günümüzde yapıların ısıtılması ve soğutulması amacıyla kullanılan ve enerji kaynağı olarak güneş enerjisini kullanan birçok ısıtma-soğutma sistemi mevcuttur. Bu sistemlerin işletim maliyetleri düşüktür ve enerji ihtiyacı tamamen temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağından sağlanmaktadır. Ancak güneş enerjisi, atmosferik olaylardan ve mevsimsel değişimlerden etkilenmektedir ve sadece gündüz saatlerinde elde edilebilmektedir. Bu sebeplerden ötürü, güneş enerjili ısıtma-soğutma sistemlerinde enerjinin depolanması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Sistemi oluşturan elemanların maliyetlerinin yüksek olması ve enerjinin depolanması ihtiyacı nedeniyle sistemin ilk yatırım maliyeti yüksektir. Bu da günümüz şartlarında, güneş enerjili ısıtma-soğutma sistemlerinin, geleneksel ısıtma-soğutma sistemleriyle rekabet edememesine neden olmaktadır. Isı kaynağı olarak güneş enerjisinden faydalanan absorpsiyonlu sistemler, gerek sistem verimlilikleri gerekse işletim giderleri açısından sağladığı faydalar nedeniyle, alternatiflerinden çok daha umut vaat etmektedir. Bu çalışmada, öncelikle ısı kaynağı olarak güneş enerjisini kullanan absorpsiyonlu sistemlerin çalışma prensibi anlatılacak ve sistem performansına etki eden parametreler açıklanacaktır. Farklı sistem tasarımı ve uygulama örnekleri tanıtılarak, elde edilen sonuçlar yorumlanacaktır.

## 2. Sistemin Çalışma Prensibi

Absorpsiyonlu soğutma sistemi, buhar sıkıştırma soğutma sistemine oldukça benzerdir. Soğutma yükü, soğutucu akışkanın buharlaştırıcıda buharlaşmasıyla karşılanır. Buhar sıkıştırma mekanik soğutma çevrimindeki mekanik işlem yerini, absorpsiyonlu soğutma sisteminde fiziko-kimyasal işlemler alır. Mekanik kompresör yerine absorpsiyonlu soğutma sisteminde kaynatıcı ve absorberden oluşan ısı eşanjörleri grubu yer almaktadır. Soğutma elde etmek için buhar sıkıştırma mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bunun sağlamış olduğu avantajlarla çeşitli endüstriyel tesislerdeki atık ısının değerlendirilmesi ve tüket-

mez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılması yoluyla enerjinin pahalı olduğu günümüzde absorpsiyonlu soğutma sistemleri daha ekonomik olur. Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin, dış hava sıcaklığının yüksek olduğu yörelerde ve büyük tesislerde kullanılması çok uygundur [1].

Güneş enerjisi kaynaklı ısıtma ve absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, ısıtma ve soğutma ihtiyacı, güneş enerjisinden elde edilen ısı enerjisi ile sağlanır. Bu ısı enerjisinin, ısıtma tesisatı vasıtasıyla ısıtılacak mahale gönderilmesi sonucu ısıtma ihtiyacı karşılanır. Soğutma durumunda ise, aynı ısı enerjisi ile, fiziko-kimyasal işlemler sonucunda, soğutucu akışkanın buharlaştırıcıda ısı çekmesi sonucu soğutma olayı gerçekleştirilir. Absorpsiyonlu ısıtma-soğutma sistemlerinin soğutma çevriminde, soğutucu ve soğurucu (absorbent veya yutucu) akışkan olmak üzere iki farklı akışkan dolaşır. Uygulamada çok farklı akışkan çifti mevcuttur. Akışkan çifti olarak LiBr-H<sub>2</sub>O (Lityum Bromür-Su) kullanan sistemlerde, su soğutucu akışkan olarak, LiBr-H<sub>2</sub>O eriyiği de soğurucu akışkan olarak kullanılır. Bu akışkan çifti ile çalışan absorpsiyonlu sistemlerin uygulamada yaygın olarak kullanılması nedeniyle, bu çalışmada, LiBr-H<sub>2</sub>O akışkan çifti kullanan tek kademeli sistemin çalışma prensibi anlatılacaktır.

Şekil-1'de, ısı kaynağı olarak güneş enerjisinden faydalanan, LiBr-H<sub>2</sub>O akışkan çifti kullanan, tek kademeli absorpsiyonlu soğutma - ısıtma sisteminin şematik görünümü yer almaktadır. Sistemin çalışma prensibi şu şekilde açıklanabilir. Güneş kolektörleri vasıtasıyla elde edilen ısı enerjisi, bir pompa aracılığıyla enerjinin depolandığı sıcak su deposuna gönderilir (1). Sistem, ısıtma durumunda iken, sıcak su deposunda uygun sıcaklıkta bulunan sıcak su, bir pompa vasıtasıyla ısıtma serpantinine gönderilir (2). Dış ortamdan alınan hava, ısıtılacak ortamdaki dönen havanın bir kısmı ile karışarak ısıtma serpantininden geçirilir ve bir fan vasıtasıyla ısıtılacak ortama gönderilerek ısıtma sağlanır. Sistemin ısıtılması esnasında, depoda bulunan sıcak suyun sıcaklığının istenen değerin altında olması durumunda yardımcı ısı kaynağı devreye girerek, sıcaklığın istenen seviyeye çıkmasını sağlar. Sistem soğutma durumunda iken, bir üç yollu vana vasıtasıyla soğutma grubu devreye girer (üç yollu vana şekli üzerinde gösterilmemiştir). Sıcak su deposundan alınan sıcak su, bir pompa vasıtasıyla kaynatıcıya gönderilir (3). Sıcaklığın istenen seviyede olmaması durumunda, ısıtma durumunda anlatıldığı gibi, yardımcı ısıtıcı devreye girerek, gerekli sıcaklık değerinin elde edilmesini sağlar. Absorberden çıkıp (8) eriyik pompası vasıtasıyla ısı

# Tekstil Hava Kanalları



**Euro Air**  
tekstil kanallarla  
alternatif  
çözümler...

## Tipleri

- Tekstil kanallar
- Slotlu kanallar
- İnjektasyonlu PVC kanallar
- Membranlı kanallar

## Avantajları

- Isıtma ve soğutmada en uygun homojen hava dağıtımı
- Hava ceryanı yaratmadan üfleme özelliği
- Yüksek filtreleme özelliği
- Hafiflik (1m<sup>2</sup>'si 300 gr)
- Ucuz nakliye, hızlı ve kolay montaj
- Hijyenik ortamlara uygunluk
- Yıkabilme özelliği

## Özellikleri

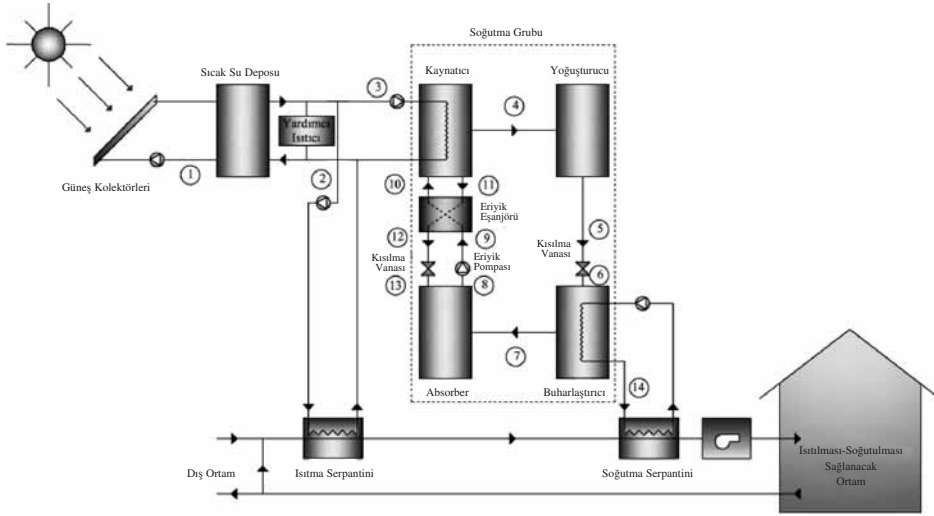
- Yedi değişik geçirenlikte kumaş tipi
- 100 mm'den 1600 mm çapa kadar üretim
- Daire, yarım daire veya çeyrek daire şeklinde kanal üretimi
- Renk seçenekleri



## HAVAK ENDÜSTRİ TESİSLERİ TİC. ŞTİ.

Çayıcılar Sokak No. 42 Topçular 34050 İSTANBUL  
Tel : (0212) 612 27 74 - 501 20 08  
Faks : (0212) 501 35 25  
E-posta : info@havak.com Web : www.havak.com

# Havak

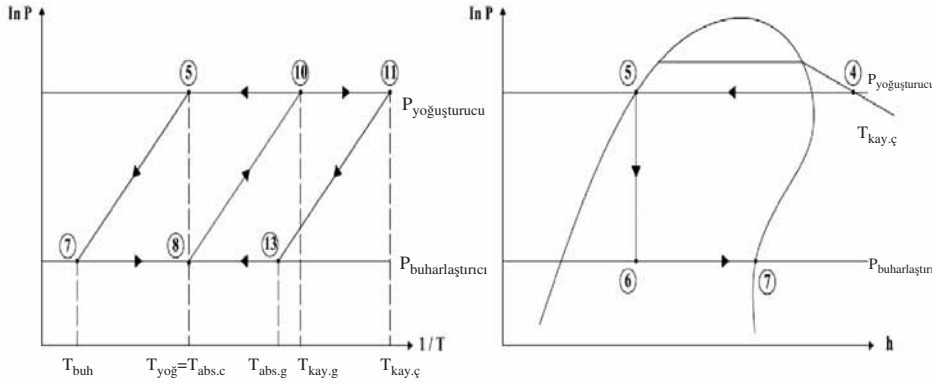


**Şekil 1.** Güneş enerjisi kaynaklı tek kademeli absorpsiyonlu soğutma-ısıtma sisteminin şematik görünümü.

değiştiricisinden geçerek (9) ısınan LiBr bakımından fakir LiBr-H<sub>2</sub>O eriyiği (fakir eriyik), kaynatıcıya gelir (10) ve sıcak su deposundan gelen yüksek sıcaklıktaki suyun ısı ile buharlaşarak eriyikten ayrılır. Buharlaşarak kaynatıcıyı terk eden soğutucu buharı (su buharı) yoğusturucuya girer (4). Kaynatıcıda LiBr konsantrasyonu artan eriyik (zengin eriyik) (11), ısı değiştiricisinden geçerek (12) fakir eriyiğe ısı verdikten sonra absorbere geri döner (13). Kaynatıcıdan buharlaşarak yoğusturucuya giren (4) soğutucu buharı burada dışarıya ısı atarak yoğuşur. Yoğusturucudan tamamen yoğuşmuş olarak ayrılan soğutucu akışkan (5) bir kısılma vanasından geçerek, basıncı buharlaştırıcı basıncına düşürülür (6). Buharlaştırıcıda, buharlaşma için gereken ısıyı çekerek soğutma olayını gerçekleştirir. Dış ortamdan alınan hava, soğutulacak ortamdan dönen havanın bir kısmı ile karışarak soğutma serpantininden (14) geçirilir ve bir fan vasıtasıyla soğutulacak ortama gönderilerek soğutma sağlanır. Buharlaştırıcıdan doymuş buhar veya kızgın buhar fazında çıkan soğutucu akışkan absorbere girer (7). Kaynatıcıdan ayrılan ve ısı değiştiricisinden geçtikten sonra bir kısılma vanasında absorber basıncına kısılan zengin eriyik (13), buharlaştırıcıdan gelen (7) soğutucu buharını absorbe eder. Absorber içerisinde LiBr bakımından zengin hale gelen eriyik pompası vasıtasıyla tekrar kaynatıcıya gönderilir ve soğutma döngüsü bu şekilde tamamlanmış olur. Absorberde zengin eriyiğin soğutucu buharını absorbe etmesi esnasında ısı açığa çıkar. Bu işlemin iyi bir şekilde gerçekleşmesi için açığa çıkan ısının absorberden atılması gerekmektedir. Absorberde oluşan ısının ve yoğusturucudan açığa çıkan ısının atılması için soğutma kulesi kullanımı, uygun bir çözüm olabilir.

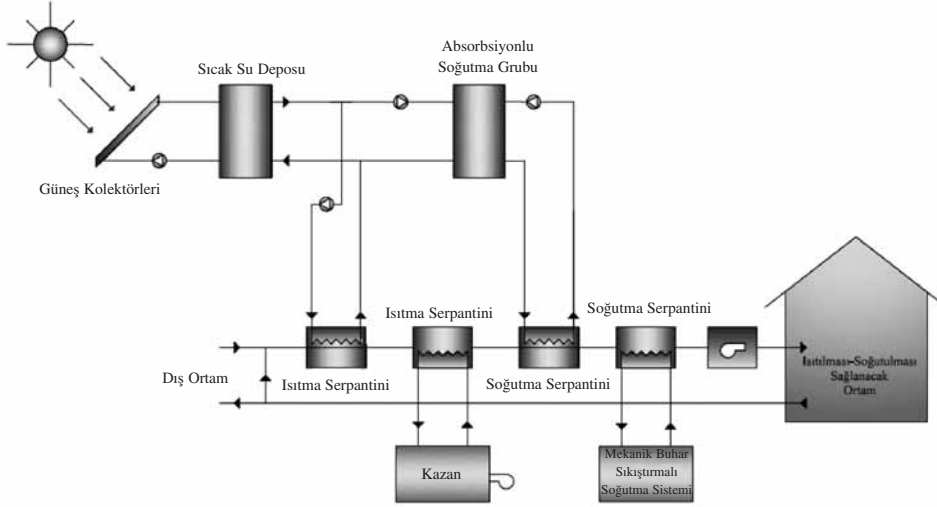
Bir soğutma makinesinin verimi, Soğutma Tesir Katsayısı (STK) ile ifade edilir [6]. Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde STK değeri, buharlaştırıcıdan çekilen ısı miktarının kaynatıcıya verilen ısı miktarına oranlanması ile bulunur. LiBr-H<sub>2</sub>O eriyiği kullanan tek kademeli absorpsiyonlu sistemlerde STK değeri 0,6-0,7 civarındadır [1]. Şekil 2.'de tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi için InP-1/T ve InP-h diyagramları görülmektedir [1].

Şekil 1'de görülen sistemde, bir yapının ısıtma ve soğutma ihtiyacının tümü, absorpsiyonlu sistem vasıtasıyla güneş enerjisinden sağlanmaktadır. Soğutma ihtiyacının fazla olduğu bir dönemde, güneş enerjisi miktarı da fazla olacağından, güneş enerjisi kay-



Şekil 2. Tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi için InP-1/T ve InP-h diyagramları [1].

naklı sistem, soğutma uygulaması için uygun olacaktır. Ancak, yapının tüm soğutma ihtiyacını güneş enerjisinden karşılamak, daha çok kolektör yüzey alanı gerektirecek, buna bağlı olarak da ilk yatırım maliyeti artacaktır. Aynı durum ısıtma uygulamasında da geçerlidir. Isınma ihtiyacının fazla olduğu günlerde güneş enerjisi miktarının az olması, daha çok kolektör yüzey alanı gereksinimi, ısının depolama ihtiyacının artması ya da daha fazla yardımcı enerji kaynağı kullanılması anlamına gelmektedir ki bu da sistemin ilk yatırım maliyetini ay-



Şekil 3. Hibrit sistem.

nı şekilde arttırmaktadır. Güneş enerjisinin bol bulunduğu ancak yapının tüm ısı kaybı ve soğutma yükünün karşılanmakta yetersiz kaldığı durumlarda düşünülmesi gereken diğer bir seçenek, yapının bulunduğu coğrafi konum ve güneşlenme süreleri göz önünde bulundurularak, güneş enerjili ve geleneksel sistemlerin bir arada kullanıldığı hibrit bir sistem oluşturmaktır. Hibrit sistemler, farklı özellikteki iki sistemin bir arada kullanılarak, bu sistemlerin avantajlı yönlerinin değerlendirilmesi ve dezavantajlarının azaltılması amacıyla oluşturulur. Isıtma ihtiyacı ve soğutma yükünün ne kadarının güneş enerjisinden karşılanacağı belirlenerek oluşturulacak sistem, ilk yatırım ve işletim maliyetleri açısından önemli getiriler sağlar. Şekil 3.'de güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu soğutma -

ısıtma sistemi ile geleneksel soğutma - ısıtma sistemlerinin bir arada kullanıldığı hibrit bir sistem görülmektedir.

Şekil 3'de görülen sistemde, yapının ısıtma ve soğutma yükü hibrit bir sistemle karşılanmaktadır. Güneş enerjisinin yeterli olduğu dönemlerde, güneş enerjisi kaynaklı sistem devreye girerek, yapının ısıtma ihtiyacı ve ya soğutma yükünün tümünü karşılanmaktadır. Tüm ihtiyacın karşılan-

madığı zamanlarda, yardımcı bir enerji kaynağı olarak devreye girerek, mekanik buhar sıkıştırma ya da sıcak su kazanı için enerji tasarrufu sağlayacak, işletim maliyetlerinin azalmasına sebep olacaktır. Güneş enerjisinin doğası itibarıyla mevsimsel değişimlerden ve meteorolojik olaylardan etkilenmesi nedeniyle, söz konusu sistemin geleneksel ısıtma-soğutma sistemleriyle birlikte oluşturulan hibrit sistem şeklinde kullanılması önerilir. Bu noktada güneş enerjisi kaynaklı sisteme ilaveten seçilen sistemin, ısıtma-soğutma ihtiyacının ne oranda karşılayacağını belirlemek önemli bir tasarım parametresidir. Bu parametre en düşük ilk yatırım maliyeti ile birlikte en düşük işletim maliyetlerini sağlayacak şekilde optimize edilmelidir [8].

### 3. Sistem Performansına Etki Eden Parametreler

Güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu ısıtma-soğutma sistemlerinde, sistem performansına etki eden en önemli parametre, kaynatıcıyı besleyen ısı kaynağının, kaynatıcıya giriş sıcaklığıdır. Sistem performansının iyileştirilmesi amacıyla

yapılan farklı tasarım ve uygulamaların en temel amacı, bu sıcaklık değerinin istenilen seviyelerde olmasını sağlamaktır. Güneş enerjisinin düz güneş kolektörleri ile toplandığı LiBr-H<sub>2</sub>O akışkan çifti kullanan tek kademeli absorpsiyonlu sistemlerde, kaynatıcıyı besleyen ısı kaynağının, kaynatıcıya giriş sıcaklığı yaklaşık 70-88 °C değerindedir. Buna bağlı olarak soğutma tesir katsayısı değeri 0,6-0,7 arasında değişmektedir. NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O (Amonyak-Su) akışkan çifti kullanan absorpsiyonlu sistemlerin STK değeri LiBr-H<sub>2</sub>O akışkan çifti kullanan sistemlere göre daha düşüktür. Bu sistemlerde kaynatıcı için ihtiyaç duyulan sıcaklık değeri 90-180 °C olmaktadır ve ihtiyaç duyulan sıcaklık değerinin sağlanması için, daha fazla düz gü-



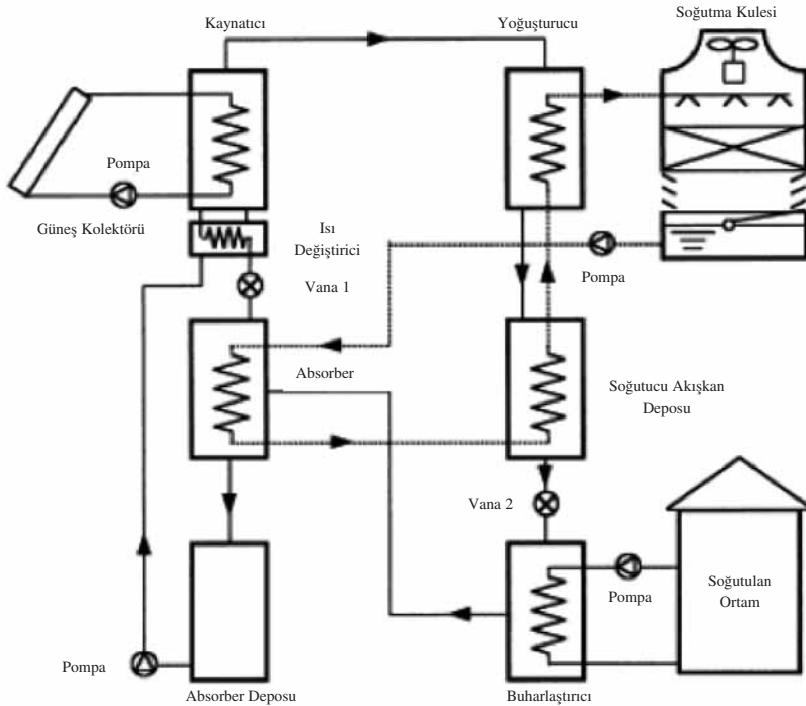


Bazen görünmez olsalar da REHAU ürünleri etkilleyici performanslarıyla yaşamımıza renk katar...



neş kolektörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da sistemin STK'nın daha düşük değerlerde olması anlamına gelmektedir. Uygun sıcaklık değerinin sağlanması için düz güneş kolektörleri yerine vakum tüplü güneş kolektörleri kullanılabilir, ancak bu uygulama, sistemin ilk yatırım maliyetinin artmasına sebep olacaktır. Akışkan çifti olarak  $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$  kullanımında daha yüksek basınç değerleri söz konusu olduğundan et kalınlığı fazla malzeme kullanılmasını gerektirir ve pompa için gerekli olan güç değeri daha fazladır. Kaynatıcı çıkışında amonyak ve su buharının ayrılması için bir rektifier konulması gerekir. Ayrıca amonyak zehirli ve kanserojen bir madde olduğundan, kullanımı insan sağlığı açısından tehlikelidir. Güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu sistemlerde, düşük kaynatıcı sıcaklığı ihtiyacı, yüksek STK değeri nedeniyle  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  eriyiği kullanımı yaygındır. Ancak bu sistemlerde de kristalizasyon tehlikesi söz konusudur. Kristalizasyon,  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  eriyiği içerisindeki  $\text{LiBr}$  tuzunun, eriyik içerisinde katı hale geçmesi olayıdır. Kristalizasyon olayı, pompa sistemindeki güç düşümü, soğutma suyu sıcaklığındaki ani düşüş, hava sızıntıları gibi sebeplerden ötürü gerçekleşebilir ve tüm sistemin durmasına neden olur. Kristalizasyon tehlikesinin önlenmesi için özel tertibata ihtiyaç vardır. Buna rağmen  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  eriyiği, güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu sistemler için en uygun olanıdır [1].  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  eriyiği kullanan güneş enerjisi kaynaklı tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sisteminin deneysel uygulaması, 2003 yaz döneminde Syed ve ark (2005) tarafından Madrid'de gerçekleştirilmiştir.  $49,9 \text{ m}^2$  alana sahip düz güneş kolektörleri ve  $2 \text{ m}^3$  hacminde sıcak su tankının kullanıldığı uygulamada, sistemin kaynatıcı sıcaklığı  $57\text{-}67 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak belirtilmiştir. Ölçülen maksimum, günlük ortalama ve periyot ortalama STK değerleri sırasıyla 0,6 (maksimum kapasitede), 0,42 ve 0,34 olarak ölçülmüştür [2].

Sistem performansına etki eden diğer bir tasarım parametresi sıcak su deposudur. Güneş enerjisinin depo edilerek, elde edilemediği durumlarda gereken ısı ihtiyacının karşılanması ve kaynatıcının sabit bir sıcaklıkta beslenmesini sağlamak amacıyla, bir sıcak su deposuna ihtiyaç vardır. Sıcak su deposu için optimum hacim değeri Lof ve Tbout (1974) 'un belirttiğine göre,  $1 \text{ m}^2$  kolektör alanı başına  $50 \text{ kg}$ 'dır [4]. Kreider ve Kreith



Şekil 4. Güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu sistemde soğutucu akışkan depolaması [3].

### Yapı Tekniği

- Yerden Isıtma-Serinletme Sistemleri
- Duvardan Isıtma Sistemleri
- Sıhhi Tesisat Sistemi RAUTITAN
- Yağmur Oluğu Sistemleri
- Merkezi Toz Emme Sistemi VACUCLEAN
- Sızdırmaz Alık Su Tesisat Sistemi RAUPIANO Plus
- Elektrik Kablo Kanalları
- Güneş Enerjisi Sistemleri REHAU SOLECT
- Fotovoltaik Sistemler
- Beton Alan Isıtma Sistemleri



**gentem**  
MÜHÜRLEME VE MAKİNA SANAYİ LTD. ŞTİ.

www.gentem.com.tr

1. Cad. No: 6/12 Balgat - ANKARA  
Tel: (0312) 286 80 49 Pbx Fax: (0312) 286 82 06  
e-mail: gentem@gentem.com.tr



cazip hale getirmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Dünya çapında enerji tüketim değerlerinde en büyük paya sahip olan, ısıtma-soğutma uygulamalarıdır. Günümüzde enerji ihtiyacı ve enerji kullanımına bağlı oluşan olumsuz gelişmeler, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını daha önemli hale getirmiştir. Yapıların ısıtılması ve soğutulması amacıyla kullanılan ve enerji kaynağı olarak güneş enerjisini kullanan birçok ısıtma-soğutma sistemi mevcuttur. Bu noktada ısı kaynağı olarak güneş enerjisinden faydalanan absorpsiyonlu sistemler, gerek sistem verimlilikleri gerekse işletim giderleri açısından sağladığı faydalar nedeniyle, dikkat çekmektedir. Absorpsiyonlu sistemler, ısı enerjisi kullanarak yüksek verimlilikte ısıtma ve soğutma sağlar. Alternatiflerine kıyasla mekanik enerji ihtiyacının çok az olması nedeni ile işletim ve bakım-onarım maliyetleri azdır. Hareketli parça sayısı az olduğundan sessiz çalışırlar. Bu nedenle sistemin, konutların ısıtma-soğutma ihtiyacını sağlamak amacıyla kullanımı önemli avantajlar sağlar. Buna karşın sistemin ilk yatırım maliyeti yüksektir. İlk yatırım maliyetinin en önemli kısmını güneş kolektörleri ve kolektör ekipmanları oluşturmaktadır. Ayrıca, sistem performansını etkileyen en önemli parametrenin, kaynatıcıyı besleyen ısı kaynağının kaynatıcıya giriş sıcaklığı olduğu göz önüne alındığında, güneş kolektörlerinin seçimi ve projelendirilmesinin, sistemin amortisman süresi üzerindeki en etkili faktör olduğu görülmektedir. Günümüzde, konutların ısıtılması ve soğutulması amacıyla düşük kapasiteli (4-5 kW) absorpsiyonlu paket sistemler, ticari olarak üretilmeye ve pazarlanmaya başlamıştır [12]. Ancak bu sistemlerin, ilk yatırım maliyetlerinin geleneksel sistemlere oranla oldukça yüksek olması, alternatiflerinin daha cazip hale gelmesine neden olmaktadır. Bu sebeplerden ötürü, güneş enerjisi kaynaklı sistem ile geleneksel sistemlerin birlikte kullanıldığı hibrit bir sistemin oluşturulması doğru bir seçim olacaktır. Bu noktada, sistemin kurulacağı bölgenin güneş enerjisinden faydalanma miktarına göre toplam ısıtma-soğutma ihtiyacının hangi oranda güneş enerjisinden karşılanacağını belirlemek önemlidir. Hibrit sistemin projelendirmesi ve kurulumu, konusunda deneyimli firmalar tarafından yapılmalıdır. Ancak, doğru projelendirmenin yapılabilmesi yeterli bilgi birikimine sahip olunması ve literatürde konu ile ilgili yeterince kaynak bulunmasına karşın [13], [14], [15] sistemin kurulumu için yeterli deneyime sahip, konusunda uzman firmaların az oluşu, bu sistemlerin kullanımının yaygınlaşması konusunda önemli bir engeldir. Özellikle enerji açısından dışa bağımlı ülkelerin enerji sorunları ve enerji kullanımına bağlı çevresel sorunların çözümünde, güneş enerjisi kaynaklı ısıtma ve absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin etkili ve yaygın olarak kullanımı, önemli faydalar sağlayacaktır. Teknolojik gelişimle birlikte daha yüksek verim değerlerine sahip sistemlerinin geliştirilmesi ile bu sistemlerin alternatiflerine karşı üstünlükleri bir kat daha artacaktır.

#### Kısaltmalar

STK: Soğutma etki katsayısı,  
 $P_{yoğusturucu}$ : Yoğuşturucu basıncı,  
 $P_{buharlastirici}$ : Buharlastırıcı basıncı,  
 $T_{yoğ}$ : Yoğuşturucu sıcaklığı,  
 $T_{buh}$ : Buharlastırıcı sıcaklığı,  
 $T_{abs,g}$ : Absorber giriş sıcaklığı,  
 $T_{abs,ç}$ : Absorber çıkış sıcaklığı,  
 $T_{kay,g}$ : Kaynatıcı giriş sıcaklığı,  
 $T_{kay,ç}$ : Kaynatıcı çıkış sıcaklığı.

#### 5. Kaynaklar

**Ürün ve sistemleri ile doğal kaynaklar daha az tüketiliyor, çevreye daha az zarar veriliyor...**



- [1] Yamankaradeniz R., Horuz İ., Coşkun S., Soğutma Tekniği ve Uygulamaları, Vıpaş, Bursa, 2002.
- [2] Syed A, Izquierdo M., Rodríguez P., Maidment G., Misenden J., Lecuona A., Tozer R., A novel experimental investigation of a solar cooling system in Madrid, International Journal of Refrigeration 2005, 28 (2005) 859-871.
- [3] Li Z. F., Sumathy K., Technology development in the solar absorption air-conditioning systems, 1999, Renewable and Sustainable Energy Reviews 1999,4 (2000)267-293.
- [4] Lof GOG, Tybout RA. The design and cost of optimized systems for residential heating and cooling by solar energy. Solar Energy 1974;16:9-18.
- [5] Kreider JF, Kreith F. Solar systems for space cooling. In: Solar energy handbook. New York, McGraw-Hill, 1981.
- [6] Kaushik SC, Kumar R. Computer-aided conceptual thermodynamic design of a two-stage dual fluid absorption cycle for solar refrigeration. Solar Energy 1985;35:401-7.
- [7] Çengel Y.A., Boles M.A., Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw-Hill, 1989.
- [8] Design Guide for the Application of Solar Cooling and Supplementary Heating of Commercial Buildings, Australian Greenhouse Office Bassett Applied Research, 2004.
- [9] Sofrata H.M., Abdul-Fattah A.F., Solar-powered dual absorption system: selection criteria using fuzzy decision analysis, Applied Energy 1982; 11:223-32.
- [10] Ward D.S., Ward J.C., Design considerations for residential solar heating and cooling systems utilizing evacuated tube solar collectors. Solar Energy 1992;49:19-27.
- [11] Li Z. F., Sumathy K., Experimental studies on a solar powered air conditioning system with partitioned hot water storage tank, Solar energy Vol 71, No. 5, 285-297, 2001
- [12] <http://www.rotartica.com/pub/ingl/index.html> , Erişim tarihi: 07/07/2008.
- [13] Solar Heating And Cooling of Residential Buildings: Sizing, Installation And Operation of Systems, Solar Energy Applications Laboratory, Colorado State University, University Press of the Pacific, 2005.
- [14] Solar Heating And Cooling of Residential Buildings: Design of Systems, Solar Energy Applications Laboratory, Colorado State University, University Press of the Pacific, 2005.
- [15] Planning and Installing Solar Thermal Systems, German Solar Energy Society (DGS), Earthscan Publications, 2005.

**Yazarlar;****Bilsay PASTAKKAYA**

1982 yılında Bursa'da dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Yalova'da tamamladı. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Makine Mühendisliği Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2003 yılında tamamlayıp, aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı. 2005 yılında tamamladığı Yüksek Lisans eğitiminin ardından aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamıştır ve eğitimini sürdürmektedir. Halen Uludağ Üniversitesi Orhangazi Meslek Yüksek Okulu'nda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Çalışma konularını; güneş enerjisi kaynaklı ısıtma ve soğutma sistemleri, fotovoltaik sistemler, hidrojen enerjisi ve yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır.

**Dr. Kürşat ÜNLÜ**

1972 yılında Uşak'ta doğdu. İlk, orta, lise tahsilini Bursa'da tamamladı. 1996 yılında Uludağ Üniversitesi Müh.Mim. Fak. Makine Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimini tamamlayıp, aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı. Aynı zamanda 1998 yılına kadar Doğal Gaz özel sektöründe Proje Mühendisi olarak çalıştı. Bu tarihten sonra Uludağ Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmalarını sürdürdü. 2005 yılında doktorasını tamamladı. İlgilendiği konular; ısı pompaları, klima sistemleri, yenilenebilir enerji kaynakları ve doğal gaz sistemleridir. Halen Uludağ Üniversitesi Orhangazi Meslek Yüksekokulu'nda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.

**Prof. Dr. Recep YAMANKARADENİZ**

1954 yılında Bafra'da doğdu. 1975 yılında İTÜ Makine Fakültesi'nde doktorasını tamamladı. 1990 yılında Isı Tekniği dalında doçent oldu. 1995 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde Profesör oldu. Halen Uludağ Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Makine Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Isıtma, soğutma, klima, doğalgaz ve yangın konularında çalışmalarını sürdürmektedir.