

# İÇ HAVA KALİTESİ VE KONTROLÜ\*

## Devrim Erinç ASLAN

1966 yılı Gaziantep doğumludur. 1983 yılında Ankara Cumhuriyet Lisesini, 1988 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesini bitirmiştir. Halen 1992 yılında girdiği EMO Teknik Malzeme Ltd. Şti.'de Satış Ekip Lideri olarak görev yapmaktadır. Makine Mühendisleri Odası ve Tesifat Mühendisleri Derneği üyesidir.

## ÖZET

Günümüzde iç hava kalitesinin önemi gittikçe artmaktadır. 1980'lerde gündeme gelen Hasta Bina Sendromu ile mühendislerin binalarda sadece ısı'yı düşündükleri, havalandırmayı önemsemedikleri görülmüş ve bu nedenle bina sakinlerinin farkında olmadan hastalanmalarına ve verim düşüklüğüne uğramalarına yol açmışlardır. Gelişen teknoloji ile bu sorunların üstesinden gelebilecek yeni kurallar ve kontrol teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerden bazılarını kısaca değinilecek, ayrıca hissedicilerle yapılan iç hava kalitesi kontrolü uygulamalarından örnekler verilecektir. Ayrıca, iç hava kalitesinin ne olduğu, iç hava kalitesini oluşturan gazların neler olduğu, ASHRAE standartları çerçevesinde iç hava kalitesi için nelerin nasıl yapılacağı, karbondioksit kontrolünün neden gerekli olduğu gibi konulara değinilecektir.

## GİRİŞ

Genel pratik uygulamada HVAC Sistemleri sıcaklık ve nem değerlerine göre kontrol edilir. Bu değerler odada bulunan insanın konforunu sağlamaya yönelik değerlerdir. Bu değerlerin sağlanması için özellikle 1970'lerdeki enerji krizi ile birlikte herkes (yatırımcı, tasarımcı, işletmeci) enerji maliyeti ve enerji tasarrufunu ön plana çıkararak çalışmaktaydı. Bununla birlikte, 1980'lerin ortalarından itibaren sıcaklık ve nem gibi parametrelerin yanı sıra önemli bir parametre daha dikkatleri çekmeye başladı. Bu ise, önceleri, TBS (Kapalı Bina Sendromu), SBS (Hasta Bina Sendromu), BRI (Bina Bağlantılı Hastalıklar) gibi tanımlarla anlatılmaya çalışılan İç Hava Kalitesi parametresidir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdiği ve bu hacimlerdeki kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmadığı dikkate alınırsa iç havanın kalitesinin neden önemli olması gerektiği ortaya çıkar. Artık günümüzde sıcaklık ve nem gibi değerlerin kontrol edildiği "konfor" ile birlikte, iç hava kalitesinin de kontrol edildiği "sağlık" daha önemli olmaktadır.

## İÇ HAVA KALİTESİ NEDİR?

İç hava kalitesi insanların bulunduğu mahaldeki havanın temizliğidir. İç hava kalitesini tanımlamak zor olduğu için "Kabul edilebilir İç Hava Kalitesi" tanımı kullanılmaktadır. Bu tanım "Kabul edilebilir İç Hava Kalitesi için Havalandırma" başlıklı ASHRAE 62-1989 Standardında şöyle açıklanmaktadır: "İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyesinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" (1)

## İÇ HAVA KALİTESİNİ OLUŞTURAN GAZLAR

Yeryüzündeki havanın bileşimi hacim bazında; %78 nitrojen, %21 oksijen, %0.9 argon, %0.03 karbondioksit ve %3.5 su buharıdır. Ayrıca, havanın içinde neon, ksenon, kripton ve helyum gibi inert gazlar bulunmaktadır (2). Her ne kadar bu bileşimdeki gazlar haricindekirleticiler olarak anılmakta iseler de bileşimdeki oranların birisi lehine bozulması da kirletici etki yapmaktadır. Diğer bazı kirletici gazlara örnek ise karbonmonoksit, partiküller, (sigara dumanı, sprey gazları gibi) organik buharlar, azotoksit, kükürtdioksit, mikro organizmalar, ozon, elyaf, formaldehit, sülfat vb. Bu gazların oranları küçük olmakla beraber, bina sakinlerine, yapı malzemelerine veya içindekilere zararları çok büyüktür. Bu nedenle bu kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmaları gereklidir.

## İÇ HAVA KALİTESİNİN KONTROLÜ

İç hava kalitesinin kontrolü aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmaktadır:

- Partikül kontrolü (Filtrasyon)
- Havalandırmanın kontrolü
  - Sabit debiye göre kontrol
  - Değişken debi kontrolü
- Basınçlandırma
- Diğer yöntemler

## FİLTASYON

Genel olarak iç hava kalitesinin kontrolü filtrasyon ile yapılmaktadır. Filtre kullanım ile tozlar, dumanlar, gazlar, buharlar, bakteriler, virüsler gibi havanın içinde bulunabilen partiküller havadan filtre edilebilmektedir. Bu nedenle, bütün merkezi havalandırma ve iklimlendirme sistemleri mahalın özelliklerine göre belirlenmiş verimliliğe sahip filtreler ile donatılması iç hava kalitesini önemli oranda yükseltecektir (3).

Geleneksel olarak, iç havadaki gazın kontrolü içeriye verilen dış hava ile sağlanmaktadır, burada dış hava minimum oranda alınmakta ve içeriye fazla oranlı resirküle hava ile karışım yapılarak filtreden geçirilmiş hava verilmektedir. Bu sayede önemli oranda enerji tasarrufu

sağlanırken kabul edilebilir bir iç hava kalitesine ulaşılmaktadır. Bu karışım hava her ne kadar filtreden geçirilirse de taze hava gibi olamamaktadır. Bu durumda havadaki partiküllerin yanı sıra koku ve zehirli gaz konsantrasyonu filtrasyondan farklı bir takım özel cihazlar ile temizlenmelidir. Ayrıca, halihazırdaki dış hava da kabul edilebilir konsantrasyonların ötesinde kirlenmiş gazlar içerebilir. Eğer öyle ise, yine filtrasyondan başka özel cihazlara gereksinim vardır.

## HAVALANDIRMANIN KONTROLÜ

Kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için ASHRAE bir Standard geliştirmiştir (1). ANSI/ASHRAE 62-1989 diye anılan ve uygulaması zorunlu olan bu standardın amacı iç hava kalitesinin tanımının ve bununla bağlantılı minimum havalandırma debilerinin belirlenmesi bu sayede sağlığa olan potansiyel ters etkilerin ortadan kaldırılmasıdır.

ASHRAE 62-1989'a göre kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için iki alternatif yöntem vardır.

1. Havalandırma Debisi Yöntemi
2. İç Hava Kalitesi Yöntemi

Havalandırma debisi yöntemi; kabul edilebilir iç hava kalitesine sahip olabilmek için gerekli olan havalandırma debileri ile ilgilidir. İç hava kalitesi yöntemi ise; bilinen ve kirlenmelerle ilgilidir.

## HAVALANDIRMA DEBİSİ YÖNTEMİ İLE KONTROL

Bu yöntemde tasarımcı tasarımına başlamadan önce ASHRAE 62-1989 standardında verilen havalandırma oranlarına uymak zorundadır. Örneğin bir hastane projesinde hasta odaları için verilen dış hava debisi değeri kişi başına 25 cfm (47 m<sup>3</sup>/h)'dür. Bu standartta, uygulanması gereken debiler ile birlikte tasarım sırasında dikkat edilmesi gereken diğer parametreler de verilmiştir.

Standartta da belirtildiği gibi bu yöntemin uygulanma aşaması tasarım sırasındadır. Ancak her zaman olduğu gibi uygulama aşamasında kağıt üstünde düşünülenler yapılamamaktadır. Bu nedenle, alternatif bir yöntem olan İç Hava Kalitesi Yöntemi uygulaması gerekli görülmektedir.

## İÇ HAVA KALİTESİ YÖNTEMİ

Bu yöntem, kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için havalandırma oranları yöntemine alternatif bir metot önermektedir. Havalandırma oranları yöntemi, bilinen tüm kirlenmelerin belirtilmiş ve kabul edilebilir seviyelerinin kontrolüne dolaylı bir çözüm sunmaktadır. İç hava kalitesi yöntemi ile ilk yöntemdeki havalandırma debilerinden daha düşük debilerin elde edilmesi sağlanabilmektedir. Bununla birlikte, odada kirlilik oluşturabilecek partikül kaynaklarının olması havalandırma gereksiniminin artmasına yol açabilmektedir.

## İÇ HAVA KALİTESİ ÖLÇÜM VE KONTROL METODLARI

İç hava kalitesini ölçmek ve kontrol etmek için şimdiye kadar uygulanan iki ana metot vardır (3).

- a) Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ölçümü
- b) Karışım gaz ölçümü

## KARBONDİOKSİT ÖLÇÜMÜ

Karbondioksit tek başına iç hava kirlenmesi olmamasına rağmen CO<sub>2</sub> tabanlı kontrol sistemlerinin kullanılması iç hava kalitesinin kontrol için önerilmektedir. Eğer CO<sub>2</sub> belli seviyelerin altında tutulduğu takdirde diğer kirlenmeler de kabul edilebilir sınırlara çekilebilir. Diğer bir deyişle CO<sub>2</sub> gazı iç hava kalitesinin kontrolü için baz kabul edilebilmektedir. Eğer CO<sub>2</sub> düşük seviyede ise odanın kabul edilebilir iç hava kalitesi iyi demektir.

Karbondioksit insanların nefes alıp vermeleri sırasında açığa çıkar. Bu yüzden de belirli bir mahalde bulunan insanların sayısının artması ile CO<sub>2</sub> konsantrasyonu orantılı olarak artar, dış havanın mahale verilmesi ile de göreceli olarak düşer. Doğal olarak atmosferde bulunan CO<sub>2</sub>'nin varlığı bu işlem sırasında odadaki CO<sub>2</sub>'nin

oranının sıfırlamasını gerektirmez.

ASHRAE 62-1989 Standartında CO2 'nin konsantrasyonu normal bir çalışma günü için 1000 ppm olarak vermektedir. Bu miktarın altındaki mahallerdeki havanın kabul edilebilir iç hava kalitesi olduğu kabul edilmektedir. Burada diğer gazların konsantrasyonlarının belirli seviyelerde kaldığı varsayımı vardır.

## **CO2 HİSSEDİCİSİ**

CO2 bazlı ölçüm yöntemi ile kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için CO2 hissedicileri kullanılmaktadır.

CO2 hissedicileri diğer bütün gazların bulunduğu bir ortamda sadece CO2 gazını hissedebilir özellikte olmalıdır. Bu sensörler diğer gazlardan etkilenmemelidirler. CO2 konsantrasyonunu ölçer ve ölçülen değer büyüklüğüne göre bir sinyal çıktısı verirler. Bu cihazların CO2 ölçme yöntemi genel olarak kızılötesi spektroskopidir. Normal olarak sigara içilmeyen mahallerde uygulanacak CO2 ölçüm aralığı 0...2000 ppm veya 0...6000 ppm olabilir.

Kanallardaki ölçüm yöntemi ise bir pompa ve adaptör ile birlikte havanın örneklenerek cihazın içinden geçirilmesine dayanmaktadır.

## **KARIŞIK GAZ SENSÖRÜ**

Bu sensörler bir çok gazın toplam konsantrasyonunu ölçer ve ölçülen değer büyüklüğüne bağlı olarak bir sinyal çıktısı verir.

Bu yöntemde kullanılan gaz hissedicisi yarıiletken bir materyalden yapılmıştır. Bu hissedici, hidrokarbon, alkol, benzol, ester ve buharı hisseder. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır; bu karışık gaz hissedicileri ayrı ayrı gazları ölçmezler, yalnızca gazların değişken değerlerinin toplamına tepki verirler. Yani, hissedici bütün gazların toplam konsantrasyonunu ölçer.

## **DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULAR**

Standartta belirtilen debi oranlarının yanı sıra, uygun havalandırmanın sağlanması ve kabul edilebilir iç hava kalitesinin elde edilmesi için tasarımcı ayrıca bazı kurallara daha uymalıdır.

- A) Farklı bölgeler arasındaki hava akışının sınırlandırılması.
- B) Koku, mikroorganizmalar, virüsler, tehlikeli kimyasal ve radyoaktif partikülleri ortadan kaldırmak ve deriştirmek için işin durumuna özgü özel havalandırma ve filtrasyon istekleri.
- C) Çeşitli bölgeler için farklı sıcaklık ve nem istekleri.
- D) Çevresel koşulların doğru olarak kontrolüne olanak vermek üzere gereksinim duyulan tasarım özellikleri.
- E) Basınçlandırma ve havalandırma bağlantısı.

## **BASINÇLANDIRMA**

İç hava kalitesinin sağlanması için mahaller arasında hava sirkülasyonunun da düzenlenmesi

gereklidir. Bunun için her bir mahal ayrı olarak basınçlandırılır ve debiler kontrol edilir. Bu sayede pozitif basınç altında tutulan bir mahale dışarıdan iç hava kalitesini bozacak gazların ve partiküllerin girişi engellenmiş olur. Bu yöntemde her bir mahalın VAV (Değişken Hava Debisi) ve/veya CAV (Sabit Hava Debisi) sistemleri ile donatılması gereklidir (9).

## **DİĞER YÖNTEMLER**

İç hava kalitesinin elde edilmesi ile ilgili olarak yukarıda bahsedilen yöntemlerin haricinde yerine ve işin niteliğine göre uygulanabilecek diğer yöntemler de bulunmaktadır (2). Bunlar çoğunlukla özel uygulamalarda gereksinim duyulan sistemlerdir. Kısaca belirtmek gerekirse;

- Absorblama
- Partikül kaynağının elimine edilmesi
- Özel Vakumlama ve egzoz sistemleri
- Lokal havalandırma
- Fiziksel absorblama
- Kimyasal absorblama

- Katalizör kullanımı
- Yakma
- Krojenik yoğuşma vb.

## HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

Burada bazı iç hava kalitesi kontrolüne yönelik uygulamalardan örnekler verilecektir.

A. Karışık gaz hissedicisi ile üfleme/egzoz vantilatör/aspiratör ve damper kontrolü (Şekil 1):

Şekilde görüldüğü gibi, karışık gaz hissedicisi vantilatör/aspiratör ile birlikte üfleme ve egzoz damperlerini kumanda etmektedir. Kontrol şekli aç-kapa'dır. Ortamdaki iç hava kalitesi cihaz üzerine set edilmiş olan değerin altına düştüğünde damperler açılmakta ve vantilatör/aspiratör çalışmaya başlamaktadır. Bu sayede sürekli bir enerji tüketimi yerine sadece gerek olunca çalışan bir sistem ile iç hava kalitesi sağlanabilmektedir.

B. CO2 hissedicisi kullanarak iç hava sıcaklığının kontrolü (Şekil 2):

Kaskad kontrol panel (4) sıcaklık bilgisine göre ısıtıcıyı (8) ve damperleri (9) kontrol eder. CO2 transmitteri (12) iç hava kalitesi bilgisini kontrol paneline (13) iletir. Her iki panelden ve el kumanda potansiyometresinden (3) gelen bilgiler seçici üniteye (14) işlem görür. Seçici ünite bu üç bilgiyi (sıcaklık, CO2 ve minimum taze hava set değeri) karşılaştırır ve en yüksek hava ihtiyacı için çıktı verir. Burada görüldüğü üzere kontrol sisteminin temel aldığı kriter öncelikle iç hava kalitesidir.

C. Entalpi kontrollü sirküle hava ve CO2 hissedicisi ile HVAC kontrolü (Şekil 3):

Buradaki örnek sulu nemlendirici, karşım damperleri, ön ısıtıcı, soğutucu ve son ısıtıcı ile tam bir HVAC sistemidir. Sıcaklık duyar elemanları (2 ve 6) ve nem duyar elemanları (7 ve 9) taze havanın ve egzoz havasının entalpilerini ölçerler.

Taze havanın entalpisi egzoz havasının entalpi değerini geçer geçmez kontrol paneli (16) damperlerin (25) çalışma yönlerini tersine çevirir. El kumanda potansiyometresi (12) min taze hava değerini set etmede kullanılır.

Eğer iç hava kalitesi düşerse (yani, CO2 miktarı artar ise) iç hava kalitesi kontrol paneli (29) devreye girer ve taze hava miktarını oransal olarak arttırır.

D. CO2 hissedici ve VAV ile çok zonlu kontrol (şekil 4):

Örnekteki fabrika %100 taze hava ile çalışmaktadır. Hava ön ısıtıcıdan geçerek odalardaki sıcaklık hissedicisinin kumandasında değişken debilerde odalara üflenmektedir. Bu durumda her oda daima taze hava almaktadır. Eğer, ısıtma yapılırken ve hava debisi minimumdayken CO2 limitleri aşılsa, CO2 hissedicisi odadaki CO2 seviyesi düşene kadar tam bir havalandırma için komut verir. Burada ayrıca dikkat edilmesi gereken bir konu olarak kanatlardaki basıncın kontrolü için (şekilde gösterildiği gibi) inlet-guide vane kontrolü yerine frekans konverter ile motorların kontrolünün yapılması gereklidir.

## SONUÇ

Önümüzdeki yıllarda önemi daha da artacak olan iç hava kalitesi konusu hem kuramsal yönden hem de teknolojik açıdan hızla ilerlemektedir. Birincil derecede insanın yaşamsal fonksiyonlarını önemseyen iç hava kalitesi tasarımı ikincil derecede sistemin ekonomikliğini dikkate almaktadır. Bununla birlikte bu konular ve özellikle otomasyon konusundaki çalışmalar yukarıda bahsedilen bu iki ilkeyi bir noktada buluşturabilmektedir.

**bakınız: 8**

**bakınız: 9**

**bakınız: 10**

## KAYNAKLAR

- (1) ASHRAE Standard 62-1989, Ventilation for acceptable indoor air quality.
- (2) ASHRAE 1995 Applications Handbook. Chapter 41, Control of Gaseous indoor Air Contaminants.
- (3) SAUTER Bulletin, IAQ control in practice, June 1995.
- (4) ASHRAE Transactions: Symposia CH-93-22-2, Carbon dioxide concentrationbased ventilation control, Vaculik, F., Plett, E.G., p. 1536-1546
- (5) SAUTER Bulletin, COz concentration in school buildings: an 'enfant terrible'?, June 1994

(6) ASHRAE Transactions: Symposia CH-93-22-1, An air sampling system for carbon dioxide ..... buildings, Sieber, R.P., Schoenau, G.J., p. 1527-1534

(7) ASHRAE Transaction: Symopisa CH-93-22-4, Estimation of outdoor air ventilation rates.....concentrations, Levine, K.B., Sterling, E.M., p 1554-1558

(8) ASHRAE 1993 Fundamentals Hand-book. Chapter 23, Infiltration and ventilation

(9) ASHRAE Transactions: Research 3678(RP-590), Control of outside air and building.....in VAV systems, Delp. W.W., Howell, R.H., p565-589

(10) ASHRAE 1993 Fundamentals Hand-book. Chapter 11, Air contaminants

(11) SAUTER Product "Catalogue"

(12) Heating Piping and Air Conditioning, January 1994, California Classroom VAV with ... and Energy Savings, Too.

(13) ASHRAE 1995 Applications Handbook. Chapter 7, Health Care Facilities.

\* Bu makale III. Uluslararası Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir-Kasım 1997 Bildiriler Kitabı'ndan alınmıştır.