



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **ALİŞVERİŞ MERKEZLERİNDE İÇ HAVA KALİTESİ**

**ZEYNEP AKDİLLİ ORAL  
SAF GAYRİMENKUL**

**AHMET ARISOY  
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**





# ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDE İÇ HAVA KALİTESİ

Zeynep AKDİLLİ ORAL  
Ahmet ARISOY

## ÖZET

Toplu alanlardaki iç hava kalitesi kapsamında önemli uygulama alanlarından biri Alış Veriş Merkezleridir. AVM günümüzde özellikle şehir yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Bu bildiri bu tür yapılardaki iç hava kalitesi ele alınmış, sorunlar ve çözüm yolları üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Alışveriş merkezleri, İç hava kalitesi, İç hava kalitesi standartları

## ABSTRACT

Indoor air quality in commercial buildings is an important issue. One of the most important application area of commercial buildings is shopping malls. Shopping malls play an important role in modern living activities. Indoor air quality, its problems and solution suggestions for IAQ in shopping malls are considered in this presentation.

**Key Words:** Shopping malls, Indoor air quality, IAQ standards.

## 1. GİRİŞ

Toplu alanlardaki iç hava kalitesi kapsamında önemli uygulama alanlarından biri Alış Veriş Merkezleridir (AVM). AVM günümüzde özellikle şehir yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. AVM kiralanabilir alanları binlerce m<sup>2</sup>'yi bulan çok sayıda satış mağazalarını içeren merkezlere denilmektedir. Alışveriş merkezleri insanlara alışverişin yanı sıra eğlence, sinema, etkinlik, çeşitlilik ve yeme içme gibi imkânları da sunduğu için günümüzde insanların odak noktası haline gelmiştir. Başlangıçta AVM olma şartında, kiralanabilir alan m<sup>2</sup>'leri ve mağaza sayısı kriterleri ön plandaydı. ICSC tarafından da kabul gören 5000 m<sup>2</sup> minimum kiralanabilir alan büyüklüğü çokça taraftar toplamıştı. Keza mağaza sayısı olarak da 25-30 gibi bir seviye kabul görmekteydi. Ancak zamanla Türkiye'de 250'yi bulan AVM sayısı bu tanımları oldukça genişletmiştir. AVM çeşitlerine baktığımız zaman (bölgesel, süper bölgesel, moda, outlet vs) bunların m<sup>2</sup>'leri çok farklı olabilmektedir. Örneğin moda merkezlerinde bu alan 7500-25000 m<sup>2</sup> arasında olabiliyorken, süper bölgeselerde 75000 m<sup>2</sup> üstü veya outletlerde 5000-40000 m<sup>2</sup>'ler şeklinde olabilmektedir.

AVM'lerin büyük bir bölümünün kapalı alan olması nedeni ile iç hava kalitesi önem taşımaktadır. AVM'lerde 2 farklı karakterde yaşam vardır, birincisi AVM'de çalışanlar, ikincisi ise AVM'deki müşterilerdir. Müşteriler en fazla 3 (hafta sonları 4) saat kalırken çalışanlar 8-10 saatlerini AVM'de geçirmektedir. İç hava kalitesinden en fazla memnun veya şikâyetçi olan kişiler genelde AVM'de çalışanlar olmaktadır. Ancak iç hava kalitesinin ve konfor koşullarının çok olumsuz olması (sıcaklık, nem ve temiz hava oranı olarak konfor koşullarının dışında olması) müşterileri de doğrudan etkilemektedir. AVM'ler ne kadar mükemmel bir mimariye, dekorasyona ve çok kapsamlı bir mağaza



karmasına sahip olsalar da müşteriler sıcaklık, nem ve temiz hava olarak konfor koşullarında iç hava ortamı ile karşılaşmazlarsa dekor, cephe, süsleme vs. diğer öğeler önemsizleşmektedir.

Günümüzde AVM'ler açık veya kapalı olarak iki grupta toplanabilir. Üzeri açık çarşılar geleneksel alışveriş merkezleridir. Bu kavram üzerinden gidilerek geliştirilen bugün için geçerli AVM açık uygulamaları vardır. Bu kavrama uygun tasarlanmış AVM örneklerine Türkiye'de de rastlanmaktadır.

**Açık AVM'lerde** ana sirkülasyon alanları açık havada olduğu için iç ortam kalitesi mükemmel yakındır. Burada ana sorun konfor koşullarının yaratılmasıyla ilgilidir. Bu mekânlarda sıcaklığın ve hava hareketlerinin kontrolü ciddi sorun yaratır. Bu uygulamalar için HVAC sistemleri özel olarak düşünülüp, geliştirilmelidir. Prensipte açık tip AVM'lerdeki HVAC uygulamalarında üç konu önemle ele alınmalıdır:

1. Doğal hava hareketlerinin simülasyonu ve kontrolü sistem dizaynında kilit konudur.
2. Bu tip sistemlerde radyant ısıtma ve soğutma esastır.
3. Havalandırma doğal olarak yapılır ve rüzgâr gücüyle gerçekleşir.

**Kapalı AVM'ler**, iç hava kalitesinin önemli olduğu yaygın uygulama tipidir. Bu bildiride kapalı AVM'lerdeki iç hava kalitesi üzerinde durulacaktır. Bunlar büyük tek bir yapı veya yapılar topluluğudur. Genellikle farklı fonksiyonlar bir arada düzenlenmek durumundadır. Bu ana fonksiyonlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Mekanik daireler
- 2) Garaj hacimleri
- 3) Kapalı dolaşım alanları
- 4) Atriyumlar
- 5) Sergi alanları
- 6) Eğlence, sinema v.s alanları
- 7) Yiyecek alanları
- 8) Alışveriş alanları, mağazaları

Bütün bu alanlarda özel düzenlemeler yapılmalıdır. AVM'lerde sirkülasyon alanları gibi genel alanlar ayrı mütalaa edilmelidir. Dükkânlar/mağazalar genel konseptle bağlantılı olarak mağaza sahiplerince dizayn edilebilir. Bu çalışmada daha çok ortak alanların iç hava kalitesi ve konforu üzerinde durulacaktır. Konfor ve iç hava kalitesi merkezi HVAC sistemleriyle mekanik olarak temin edilecektir. Bu alanlardaki konfor ve çevre farklı bakış açılarıyla ve farklı kavramların göz önüne alınmasıyla başarılı olarak çözülebilir. Günümüzdeki sistem seçimi ve mühendislik tasarımında aşağıdaki konular mutlaka göz önünde tutulmalıdır:

- 1) Doğal havalandırma ve soğutma
- 2) Ekonomizörlerin ve enerji geri kazanma ekipmanlarının kullanımı
- 3) Adaptif konfor esaslarının dikkate alınması
- 4) Değişken koşulların (dinamik) konfor hissi üzerindeki etkisi
- 5) Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı
- 6) Dış cihaz kaynaklı gürültü sorunları.

## 2. İÇ HAVA KALİTESİ (IAQ) VE KONFOR

AVM iç hava kalitesini (IAQ) aslında İç ortam kalitesi (IEQ) olarak daha geniş kapsamlı düşünmek gerekir. Ayrıca konforu iç hava kalitesinden ayırmak mümkün değildir. Özellikle iç hava kalitesinin algılanmasında konfor koşullarının ve parametrelerinin büyük etkisi vardır. Bu bildiride,

- 1) İç ortamda insan konforu
- 2) İç ortamın kalitesi (sağlıklı iç ortam yaratılması)

Birlikte ele alınacaktır.

### İç dizayn koşulları

Konforlu ve Sağlıklı ortam (IAQ – İç Hava Kalitesi veya IEQ – İç Ortam Kalitesi) HVAC mühendislerinin temel görevidir. Bu, ancak iç ortam havasının aşağıdaki fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kontrolüyle sağlanabilir:

Konfor aşağıdaki parametrelerin kontrolünü gerektirir:

- Sıcaklık
- Nem
- Hava hareketi
- Radyant elemanların içerideki insanlarla etkileşimi (Çevreleyen yüzeylerin sıcaklıkları)

Sağlıkla ilgili kontrol edilmesi gerekli parametreler:

- Taze hava miktarı
- Koku
- Toz
- Gürültü, Titreşim
- 

Taze hava miktarı konforlu bir ortam için kontrol edilmesi gereken bir parametre olmakla beraber esas sağlık ve üretkenlik açısından kontrolü şart olan bir parametredir. Dış ortam havasıyla yapılan havalandırma taze hava beslemenin temel yoludur ve filtreyle birlikte iyi tasarlanmış bir havalandırma sistemi birçok durumda yeterlidir.

### 3. İÇ HAVA KALİTESİ STANDARTLARI

1970'li yıllardan bu yana iç hava kalitesine olan ilgi artmıştır. Bunun ana nedeni enerji tasarrufu nedeniyle taze hava miktarlarının aşırı ölçüde kısılması ve binaların sızdırmaz hale getirilmesidir. Bunun sonucunda ortaya çıkan hastalıklar ve çalışanlardaki performans düşümü iç hava kalitesini ön plana çıkarmıştır.

İç hava kalitesi ve konfor hem Amerika'da (ASHRAE) hem de Avrupa'da (EN Standartları/REHVA) tarafından yoğun olarak çalışılmaktadır. Şu anda Dünyada geçerli ana standartlar:

- 1) ASHRAE Standart 62-2004
- 2) EN 15251 olarak sayılabilir.

Binaların enerji tüketimi iç ortam koşulları için kullanılan kriterlere (sıcaklık, havalandırma ve aydınlatma) önemli ölçüde bağlıdır. İç ortam aynı zamanda burada yaşayanların sağlığını, üretkenliğini ve konforunu da etkiler.

Son yapılan çalışmalar göstermiştir ki çalışanlar için, bina sahibi için ve toplum için kötü bir ortamın maliyeti bir bütün olarak çoğu zaman aynı binada kullanılan enerjinin maliyetinden çok daha fazladır.

#### ASHRAE Standart 62

İç ortamların sağlıklı olmasına yardımcı olmak üzere ilk geliştirilen standart, ASHRAE Standard 62-1989 "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality" olmuştur. Bu standardın günümüze kadar birçok güncellemesi yapılmış, önemli değişiklikler olmuştur. İlk baskıdaki tavsiye edici lisan bugün çok daha kapsamlı koşulları içeren zorunlu hale dönüşmüştür.

2007 ve 2010 da yapılan revizyonlar daha anlaşılabilir katkılar sağlamıştır. Önemli konulara açıklık getirilmiş standardın detaylarının geliştirilmesine odaklanılmıştır. Örneğin 2013'de sonuçlandırılan, 2010'daki değişiklikler aşağıdakileri içermektedir:

Standard 62 kabul edilebilir iç hava kalitesinin sağlanabilmesi için iki yöntem tanımlamaktadır.

- Havalandırma miktarı yöntemi
- İç hava kalitesi yöntemi

Havalandırma miktarı yöntemi basittir ve genellikle konvansiyonel dizayn için tercih edilir. Bu yöntem çok sayıda bina tipi ve uygulama için şartlandırılacak hacme beslenmesi gerekli minimum dış hava miktarını tanımlar. Yeni baskılarda bu hava miktarlarının yeniden değerlendirilmesi subjektif değerlendirmelere ve profesyonel yargılara dayandırılmıştır.

**ASHRAE Standart 62-87 tarafından alış veriş merkezleri için tanımlanan havalandırma miktarları**

Uygulama	Nüfus yoğunluğu, kişi/10m <sup>2</sup>	Havalandırma miktarı, l/s-m <sup>2</sup>
Bodrum ve Zemin katlar	30	1,50
Üst katlar, dolaşım alanları	20	1,00
Depo alanları	15	0,75

**Avrupa Standardı EN 15251**

Binaların enerji performansının hesabı ve dizaynı için iç hava kalitesi, ısı çevre, aydınlatma ve akustik konularına işaret eden iç ortam girdi parametrelerini belirler. Hâlbuki aşağıdaki konuları ilgilendiren yeni kavramlara ve bazı açıklamalara gereksinim vardır:

- Adapte olmuş veya adapte olmamış oturanların havalandırma ihtiyacı
- İç hava kalitesi göstergesi olarak artırılmış CO<sub>2</sub> seviyesi
- Dış havanın yerine havanın temizlenmesi
- Havalandırma etkenliği
- Kişileştirilmiş havalandırma

EN15251 standardı bu kavramları göz önüne alacak biçimde geliştirilmektedir. Standardın iç hava kalitesine yaklaşımı tavsiye edilen bir havalandırma düzeyinin belirlenmesi şeklindedir. Bu havalandırma seviyesi bu hacimde oturanların sayısına ve hacmin döşeme alanının büyüklüğüne bağlıdır. Havalandırma miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$V_{bz} = R_p P_z + R_a A_z \quad (1)$$

Burada:

$A_z$  = Zon döşeme alanı: net kullanılan zon döşeme alanı m<sup>2</sup>,

$P_z$  = Zon insan sayısı: tipik bir kullanımda zonda olması beklenen en fazla insan sayısı.

$R_p$  = Kişi başına gerekli dış hava miktarı:

$R_a$  = Birim Alana gerekli dış hava miktarı

**EN15251 Standardına göre alışveriş alanlarındaki taze hava miktarları**

Kategori	Tatmin olmama n kişi yüzdesi , %	Kişi başına minimum hava miktarı l/s/kişi	Kişi başına döşeme alanı, m <sup>2</sup> /kişi	İnsanlar için minimum havalandırma miktarı, l/s/m <sup>2</sup>	Bina kirleticileri için havalandırma miktarı (l/s/m <sup>2</sup> )			Toplam havalandırma miktarı (l/s/m <sup>2</sup> )		
					Çok düşük kirlenen bina	Düşük kirlenen bina	Normal kirlenen bina	Çok düşük kirlenen bina	Düşük kirlenen bina	Normal kirlenen bina
I	15	10	7	2,1	1,0	2,0	3,0	3,1	4,1	5,1
II	20	7	7	1,5	0,7	1,4	2,1	2,2	2,9	3,6
III	30	4	7	0,9	0,4	0,8	1,2	1,3	1,7	2,1

Görüldüğü gibi EN Standardında daha geniş seçenekler bulunmaktadır. Kategoriler ortamdaki tatmin olmaması beklenen denek sayısının yüzdesidir. Dolayısıyla Kategori I'e uygun bir ortamda daha fazla insanın hava kalitesinden tatmin olması beklenmektedir. Dolayısıyla daha duyarlı binalar Kategori I'de yer almaktadır. Binadaki kirletici yoğunluğuna göre de üç grup tanımlanmıştır. Ayrıca her durumda tanımlanan havalandırma miktarları ASHRAE standardından daha fazladır. Aşağıdaki tabloda her iki standardın öngördüğü hava miktarları karşılaştırılmıştır.

**Her iki standarda göre konferans salonları havalandırma miktarlarının karşılaştırılması**

Yoğunluk, kişi/m <sup>2</sup>	Kategori EN	Minimum havalandırma, insanlar için, l/s kişi		Bina için ilave havalandırma l/s-m <sup>2</sup>				Toplam l/s-m <sup>2</sup>	
		ASHRAE Rp	EN	EN, Çok düşük kirlenen bina	EN, Düşük düzeyde kirlenen bina	EN, Normal düzeyde kirlenen bina	ASHRAE Ro	EN, Düşük düzeyde kirlenen bina	ASHRAE
0,5	I	2,5	10	0,5	1	2	0,3	6	1,55
	II		7	0,35	0,7	1,4		4,2	
	III		4	0,2	0,4	0,8		2,4	

**4. (ORTAMA) ADAPTE OLMUŞ VEYA OLMAMIŞ KİŞİLER (OCCUPANT) İÇİN HAVALANDIRMA**

- Dizayn seviyeleri mekâna yeni girmiş kişiler için uygunsa adapte olmamış kavramı geçerlidir. Bu durumun her zaman geçerli olduğu tartışmaya açıktır.
- İnsanlar bir odadaki kokuya (bio effluents) çok çabuk adapte olur, buna karşılık bina malzemelerinden kaynaklanan emisyonlara ve sigara dumanına daha az ve zor adapte olurlar.
- Mekânda sürekli yaşayanlar için kabul edilebilir algılanan hava kalitesi temin etmek için (ki bunlar buradaki hava kalitesine en az 15 dakika süresince maruz kalmışlardır) gerekli havalandırma miktarının üçte biri kadar yani kategori II'de 7 l/s yerine 2,5 l/s hava temini yeterlidir.
- ASHRAE Standard 62.1 havalandırma seviyelerini bu adapte olmuş kişiler için belirler.
- Buna ilave olarak, bina ve onun sistemlerinden kaynaklanan emisyonları dikkate almak üzere; minimum tavsiye edilen havalandırma, binaya ilişkili bir havalandırma miktarı kadar artırılır.
- ASHRAE'de listelenen değerlerle Avrupa'da tavsiye edilenler arasında büyük farklar vardır.
- Bunun en önemli nedeni ASHRAE gereksinimleri minimum kod gereksinimleri olup adapte olmuş insanlara dayanmasıdır.
- Buna karşılık Avrupa tavsiye edilen değerleri adapte olmamış (ziyaretçi) kişiler içindir.

**5. İÇ HAVA KALİTESİ STANDARTLARI**

OSHA 3430 standardı ve ASHRAE "IAQ Guide" binalardaki IAQ problemlerini ve kaynaklarını aşağıdaki gibi tanımlamaktadırlar:

**1. Binanın yerleşim bölgesi ve kötü dış hava kalitesi:** Binanın yerleşim yeri iç kirlenmeleri üzerinde etkili olabilir. Otoyollar veya yoğun trafik olan yerler tanecik ve diğer kirlenmelerin kaynağı olabilir. Öncelikle endüstriyel bölgelerdeki binalar veya yüksek taban suyu olan bölgelerdeki binalarda kimyasal ve su sızması riski vardır.

**2. Binanın dizaynı ve yapımı:** Birçok IAQ problemi tasarım sırasında IAQ konusunun anahtar mesele olarak ele alınmamasından kaynaklanır. Yer seçimi, bina oryantasyonu, dış hava alma ağızlarının yerlerinin seçimi, binanın nasıl soğutulup, havalandırılıp, ısıtılacağı gibi ana tasarım kararları iyi bir IAQ temin etmede kritik öneme sahiptir. Dizayn ve konstrüksiyon kusurları iç kirliliğe katkıda bulunabilir.

Kötü temeller, çatılar, cepheler ve pencere ve kapı açıklıkları kirlenmelerin ve suyun içeri girmesine izin veriler. Dış hava alma ağızları eğer kirlenici kaynaklarına yakın açılmışlarsa, kirlenmeleri bina içine almaya neden olurlar veya egzozla dışarı atılan pis havanın tekrar içeri alınmasına neden olurlar.



**3. Kabul işleminin eksikliği:** İyi bir IAQ sağlamada iyi bir dizayn kritik olduğu gibi eğer bina sistemleri uygun olarak tesis edilmemişse veya kabul işlemlerinde bu tespit edilmemişse sistemler dizayn edildiği gibi çalışmayacak ve iç hava kalitesinden ödün verilecektir. Bu nedenle kabul işlemlerine önem verilmelidir.

**4. Bina içinde nem:** IAQ problemlerinin büyük bir kısmı bina içindeki ve özellikle bina kabuğundaki yüksek nemden kaynaklanır. Bu durum küf ve mantar oluşumuna neden olur. Sonradan bunun düzeltilmesi büyük maliyetlere neden olur. Nem problemleri çatı akması, pencerelerden yağmur nüfuzu, kabuk dizaynında ve yapımında hatalar ve bina içinde zayıf basınç kontrolü gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu problemler büyük ölçüde önenebilir cinstendir. Fakat bina içi nem hareketlerinin iyi anlaşılması ve bina tasarım ve yapımın uygun olmasını ve uygun mekanik sistem seçimi, yapımı ve işletmesini gerektirir.

**5. Bina sistemleri dizayn ve bakımı:** HVAC sistemleri her hangi bir nedenle uygun çalışmadıkları zaman bina negatif basınca düşebilir. Bu durumda bina dışı kirleticiler bina içine sızarlar. Aynı zamanda yenilenen veya kullanımı değişen hacimlerde HVAC sistemleri yeni durumu karşılayacak şekilde düzenlenmelidir.

**6. Havalandırma sistemlerindeki nem ve kir:** Havalandırma sistemlerinde kirlilik suyun kötü yönetilmesiyle birlikte hava kanallarında biyolojik üremeye neden olur ve bu da çok ciddi IAQ sorunları doğurur. Bunun kaynağında filtrasyonun iyi yapılamaması ve kondensin uygun tahliye edilememesi yatar.

**7. Etkisiz filtreleme ve hava temizleme:** Filtreleme ve hava temizleme birçok iç hava kirleticisinin kontrolünde etkili bir araçtır. Özellikle dış hava kalitesi iyi değilse, bunun önemi çok daha fazladır. Filtreleme ve hava temizleme bu koşullarda yetersiz kalırsa, ciddi IAQ sorunları çıkar.

**8. Yetersiz havalandırma miktarları:** Standartlar havalandırma miktarlarını uzun bir süreden beri vermelerine rağmen birçok bina veya hacim yeterince havalandırılmamaktadır. Yetersiz havalandırmanın çeşitli nedenleri vardır. Bunlar arasında standartlara uymama, yapım ve işletim problemleri, hacimlerin düşünülenden farklı amaçlarla kullanımı sayılabilir. İç hacme beslenen miktarı uygun olabilir, ancak hava dağıtım problemleri belirli hacimlerin yeterince havalandırılmaması sonucunu doğurur. Burada hava dengelemesi çok önemli bir konudur.

**9. Yenileme aktiviteleri:** Boyama ve diğer renovasyon çalışmaları yapıldığında yapı malzemelerinin toz veya diğer yan ürünleri kirletici kaynağı olabilirler ve bütün bina boyunca dağılırlar. Bunun önlenmesi için bariyerlerle izolasyon yapılabilir veya artırılmış havalandırma bu kirleticilerin seyreltilmesine ve uzaklaştırılmasına yardımcı olabilir.

**10. Kiracıların faaliyetleri:** Çok sayıda kiracının bulunduğu AVM'lerde kiracıların diğer kiracıları etkileyecek emisyonlardan kaçınmaları gerekir. Bunların AVM yönetimi tarafından değerlendirilmesi gerekir.

**11. Yerel egzoz havalandırmaları:** Mutfaklar, tuvaletler, bakım dükkanları, garajlar, güzellik salonları, çöp odaları, çamaşırhaneler, giyinme odaları, fotokopi odaları ve diğer özel alanlar yeterli yerel egzozla havalandırılmazlarsa kirletici kaynağı olabilirler.

**12. Binada kullanılan malzemeler, mobilyalar:** Zararlı ısı izolasyon veya spreyle uygulanan akustik malzeme veya nemli ve ıslak yapı yüzeyleri (duvarlar, tavanlar gibi) veya yapısal olmayan malzemeler (halı, perde gibi) iç hava kirliliğine katkıda bulunabilirler. Belirli sıkıştırılmış ağaç ürünlerinden yapılmış dolaplar ve mobilya iç ortama kirletici yayabilirler.

**13. Bina bakım ve işletmesi:** Böcek ilacı, temizleme ürünleri veya kişisel bakım ürünlerini uygulayan işçiler bu kirleticilere maruz kalabilirler. Temizlenen halıların aktif havalandırma olmadan kurmasına müsaade edildiğinde mikrop çoğalmasını teşvik edebilirler.





## 6. KİRLETİCİLERİN KONTROL ALTINA ALINMA YÖNTEMLERİ

İç havadaki kirletici derişikliklerini düşürmek için üç temel kontrol yöntemi mevcuttur:

### 1. Kaynak yönetimi

Kaynak yönetimi kirletici kaynaklarının uzaklaştırılması, ikame edilmesi veya üzerinin kapatılmasını içerir. Pratik olarak uygulanabilir olduğunda en etkili kontrol yöntemidir. Örneğin düşük düzeyde uçucu organik bileşenler (VOC) yayan halıların kullanımı tavsiye edilmektedir. Yeni halılar için Amerika'da "yeşil işaretli" halı programı başlatılmıştır. Diğer bir örnek ise konstrüksiyon aktiviteleri sırasında yüksek düzeyde kirletici içeren alanların etrafında geçici bariyerler oluşturulması veya bu bölgelerin negatif basınç altına alınmasıdır.

### 2. Mühendislik önlemleri

**a. Yerel egzoz:** davlumbazlar, noktasal kaynaklardan olan kirleticilerin binaya yayılmadan önce uzaklaştırılması/giderilmesinde çok etkilidir.

**b. Genel seyrekleştirme havalandırması:** Bu sistemler, eğer uygun biçimde dizayn edilir, işletilir ve bakılırlarsa normal düzeydeki kirleticileri başarıyla kontrol ederler. İyi tasarlanmış ve çalışan HVAC sistemleri sıcaklığı ve bağıl nemi ısı konfor koşullarında tutarlar, binada oturanların havalandırma ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli miktardaki dış havayı binaya dağıtırlar ve kokuyu ve diğer kirleticileri uzaklaştırır ve seyreltirler.

Binada bölmeler değiştirildiğinde HVAC sistemlerinin testleri ve yeniden dengelenmeleri şarttır. Ekte HVAC sistemlerinin bakımı için bir "check list" verilmiştir. Boyama, halı temizliği gibi bazı belirli durumlarda havalandırmanın geçici olarak artırılması havadaki buhar derişikliklerinin seyreltilmesine yardımcı olabilir.

### 3. Hava temizleme

Havanın temizlenmesi öncelikle ortam iç havasının bir HVAC cihazından geçirilerek tozlardan arındırılmasını gerektirir. HVAC sistemlerinin çoğu filtreleme fonksiyonuna sahiptir. Böylece serpantin yüzeylerinin kirlenmesi önlenir. Tavandaki hava besleme difüzörlerinde görülen kirliliğin çoğu ortamdaki kir parçacıklarının kötü bakım neticesi bu yüzeylere yapışmasından/toplanmasında kaynaklanır.

## 7. IAQ İÇİN DİZAYN, KONSTRÜKSİYON VE KABUL İŞLEMLERİ BİLGİSİ

### Amaç 1 – İyi bir IAQ elde edebilmek için dizayn, ve yapımı işleri

- 1.1 – Tasarım yaklaşımlarını ve çözümlerini entegre etmek
- 1.2 – Kabul işlemlerinde mal sahibinin IAQ şartlarının sağlandığını garanti etmek
- 1.3 – İç hava kalitesini geliştirecek HVAC sistemleri seçimi ve havalandırmanın enerji maliyetlerinin azaltılması
- 1.4 – İç hava kalitesini sürdürecekt etkin işletme ve bakım yapmak

### Amaç 2 – Bina bileşenlerindeki nemin kontrolü

- 2.1 – Bina kabuğuna su sızmasının sınırlandırılması
- 2.2 – İç yüzeylerde ve bina kabuğunda su buharı yoğunlaşmasını sınırlamak.
- 2.3 – Uygun bir bina basınçlandırmasını sürdürmek.
- 2.4 – İç nem oranını kontrol etmek.
- 2.5 – Kaçınılamaz ıslak alanlar için uygun malzeme, ekipman ve sistem seçmek.
- 2.6 – Nem ve kirletici düzeyleri üzerine bahçe düzenlemesinin ve iç alan bitkilerinin etkisini dikkate almak.

### Amaç 3 – Dış kaynaklı kirleticilerin girişini sınırlamak

- 3.1 – Bölgesel ve yerel dış hava kalitesini araştırmak
- 3.2 – Kirletici girişini minimize edecek biçimde dış hava alış ağzlarını yerleştirmek
- 3.3 – Radon girişini kontrol etmek
- 3.4 – Girişlerde etkin kapalı izleme sistemleri oluşturmak.

**Amaç 4 – Mekanik sistemlerle ilgili nem ve kirleticileri kontrol etmek**

- 4.1 – Klima santrallerindeki kir ve nemi kontrol etmek.
- 4.2 – Borulama, sıhhi tesisat gereçleri ve kanallarla ilişkili nemin kontrolü
- 4.3 – HVAC sistemlerine inceleme, temizlik ve bakım için ulaşım imkânı yaratmak
- 4.4 – Su sistemindeki legionella mikrobunu kontrol etmek
- 4.5 – Ultraviyole dezenfeksiyon sistemlerini dikkate almak.

**Amaç 5 – İç kaynaklardan olan kirleticileri sınırlamak**

- 5.1 – Uygun malzeme seçerek iç kirletici kaynaklarını kontrol etmek
- 5.2 – Emisyonların etkilerini sınırlayacak stratejiler kullanmak
- 5.3 – Bakım ve temizlikle ilişkili IAQ etkilerini minimize etmek

**Amaç 6 – Bina ekipmanları ve aktivitelerinden kaynaklanan kirleticileri yakala ve egzoz et.**

- 6.1 – Yanma ekipmanlarını uygun olarak havalandır
- 6.2 – Noktasal kaynaklarına yerel egzoz sistemleri tesis et
- 6.3 – Egzoz havasının sızarak yaşanılan mahallere girişini önle
- 6.4 – Mahaller arasında uygun basınç ilişkisini devam ettir.

**Amaç 7 – Kirletici derişikliklerini havalandırma, filtrasyon ve hava temizleme suretiyle düşür.**

- 7.1 – Her odaya ve zona yeterli dış taze hava temin et
- 7.2 – Dış hava dağıtımını sürekli kontrol et ve izle
- 7.3 – Havalandırma havasını nefes alma zonuna etkin olarak dağıt
- 7.4 – Konfor koşullarını sağla ve ortamda yaşayanların tatmin duygusunu genişlet

**Amaç 8 – Daha gelişmiş havalandırma yaklaşımlarını uygulamak**

- 8.1 – Uygun olan yerlerde kişisel havalandırma sistemleri kullan
- 8.2 – Uygun olan yerlerde Enerji Geri Kazanma sistemleri kullan
- 8.3 – Uygun olan yerlerde talep kontrollü havalandırma kullan
- 8.4 – Uygun olan yerlerde doğal havalandırma kullan

**8. AVM İÇ HAVA KALİTESİ İÇİN TASARIMDA, UYGULAMADA VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULAR**

1. AVM'lerde yapılan hesaplamalarda (genellikle) karışımli santrallerde minimum dış hava oranı %40 civarında çıkmaktadır. Ancak ara mevsimlerde free cooling yapabilmek amacı ile % 100 dış hava ile çalıştırılması mümkün olmalıdır.
2. Ancak yazın aşırı sıcaklarda veya kışın ısıtma ihtiyacı olan dış zonlarda enerji tasarrufu amacı ile minimum %40 dış hava koşulu dikkate alınmayarak, dış hava kapatılmakta ve **% 100 iç hava** ile çalışılmaktadır. Bu durum özellikle AVM çalışanlarında (mağaza personeli gibi 10 saate yakın o ortamda kalanlarda) baş ağrısına neden olmaktadır. Yine 3-4 saat veya daha fazla kalan müşterilerde de %100 iç hava ile çalışıldığında sıkıntılar oluşmaktadır. Dolayısı ile enerji tasarrufu ile ortam iç hava kalitesi konforu dengesi dikkatle izlenmeli **ve işletmede proje değeri olan dış hava oranlarına sadık kalınmalıdır.**
3. İç hava kalitesinin ve taze havanın algılanmasında sıcaklık önemli bir faktördür. Taze havanın algılanması için ortam havasının serin olması önemlidir.
4. İç hava kalitesi teknik olarak tüm konfor koşullarını sağlasa da özellikle AVM çalışanları kapalı alanda yaşamaktan kaynaklanan psikolojik nedenler ile iç hava kalitesinden şikâyet edebilmektedirler. Bu durumda anlaşılır bir dille kendilerine temiz hava oranı ve filtreleme sistemleri anlatılmalı, dış ortamdaki bile daha iyi kalitede bir hava sağlandığı belirtilmelidir.
5. AVM'ler ilk işletmeye açıldıklarında ortamda çok fazla inşaat tozu olması nedeni ile (mağazaların dekorasyon çalışmaları da bu tozu arttırmaktadır) iklimlendirme santrallerinin ilk altı ay içinde filtrelerinin değiştirilmesi gerekir. Sistem rejime girdiğinde filtre değişimi yaklaşık 1,5 yılda bir olmaktadır. Bu değişim yapılmadığı takdirde hem basınç kaybının artması (hava miktarının düşmesi) hem de uygun filtreleme yapılamaması nedeni ile iç hava kalitesi olumsuz etkilenmektedir.
6. Food courtların yer aldığı bölümlerden yiyecek kokularının diğer bölgelere sızmaması için projelendirmede bu bölümler, genellikle % 5-10 negatif basınçta tutulmaktadır. Bu oranın yüksek tutulması da iyi değildir, olumsuz hava akımları oluşturabilmektedir. Uygulamada egzoz aspiratör



- kapasitelerinin iyi denetlenmemesi sonucu negatif basınç koşulları bozulmakta ve istenmeyen hava akımları ve kokunun bütün sisteme yayılması söz konusu olabilmektedir.
7. Diğer bir sorun ise uygulamada çok farklı tipte yiyecek mağazalarının aynı yerde bulunmasıdır (soğuk salata ve sandviç satan mağaza ile ağır ızgara yapan mutfakların aynı yerde bulunması). Bu yerlerin farklı egzoz havası gereksinimleri olması nedeni ile proje değerlerine uyulamamakta ve hava dengesi bozulmakta ve mağazalar arasında koku sızması sorunları yaşanabilmektedir.
  8. Bu kapsamda alınacak önlemler food court mağazalarında modüler şaft sistemi oluşturmaktır. Proje değerleri üzerinde egzoz veya üfleme havası gerektiğinde ek kanal çekebilme olanağı yaratılmalıdır.
  9. Diğer bir önlem hava kalitesini ölçmek ve ona göre dış hava oranını ayarlamak şeklindedir. Ancak süreklilik arz eden kontrolleri sağlamak bazen zor olmaktadır. Çok fazla parametre için içine girmektedir, örneğin food court harici katlarda yapılan yemek alanları bu kapsamda değerlendirilebilir. Bu konularda teknik gereklilikler ve kiralyanların ticari unsurları karşı karşıya gelmekte ve maalesef genellikle ticari grup kazançlı çıkmaktadır.
  10. AVM'ler müşteriler için 7 gün 12 saat açık olmakla beraber tadilat, onarım, temizlik, ilaçlama vb. nedenler ile 7 gün 24 saat yaşayan mahallerdir. Özellikle gece çalışmalarında boya-cila vs. çalışmaları yapıldığında iklimlendirme sistemlerinin kapalı olması nedeni ile iç ortamda koku ve toz oluşmaktadır. Bu çalışmaların işletme teknik birimleri ile eşgüdüm içinde yapılması ve çalışmalar sırasında egzoz fanlarının çalıştırılması önem kazanmaktadır.
  11. Bu çalışmalar nadiren de olsa, bazen izinsiz olarak çalışma saatlerinde yapılmakta ve ortam hava kalitesi olumsuz etkilenmektedir.
  12. İç ortam hava kalitesinde çok önemli diğer bir unsur ise ortamdaki hava hızlarıdır. Yüksek hava hızları (0,25 m/s değeri üzerinde) cereyan etkisi yaratmakta ve konfor şartlarını bozmaktadır. Aynı zamanda bu sert hava akımı özellikle menfezlerde rahatsız edici hava sesi yaratmaktadır.
  13. AVM'lerde ortak alanlarda farklı yükseklikte tavan, korkuluk tipleri olması nedeni ile üfleme ve emiş menfezlerinin yerleri değişebilmektedir. Yüksek tavanlarda havayı yere indirebilmek için yüksek hızlar seçildiğinde bazen sert akımları ve ses olmaktadır. Tersine düşük hızlarda iklimlendirilmiş hava yere inememekte ve doğru hava sirkülasyonu sağlanamamaktadır. Korkuluk altlarında, alanlarda yer alan menfezlerde de benzer sorunlar yaşanabilmektedir.
  14. İstenmeyen hava akımlarını ve gürültüyü önlemek için seçilen menfez tipi, debi ayarları, hava hızı önem kazanmaktadır. Panoramik asansör kuyuları da hava akımları açısından dikkate alınmalıdır.
  15. Makine dairelerinin yanında ve/veya üzerinde yer alan ortak mahaller veya mağazalarda (özellikle soğutma kulelerine, Çillerlere, jeneratörlere komşu alanlar) olumsuz ses seviyelerine maruz kalınmaktadır. Söz konusu makine dairelerinin ses yalıtımları dikkate alınmalıdır.
  16. Soğutma kulelerinin AVM'nin girişlerine yakın olması durumlarında ses sorunu ile beraber su buharı ve su zerreciklerinin yaratacağı olumsuzluklar göz önüne alınmalıdır. Su zerrecikleri aynı zamanda legionella mikrobi taşıyabilir. Su soğutma kulelerinin bu bölgelere yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır.
  17. Teras çatı üzerine yerleştirilen gürültü kaynağı dış cihazların (hava soğutmalı çiller vs.) komşu binaları rahatsız etmemesi için mutlaka projelendirme ve yapım sırasında bariyer vs. gibi önlemler alınmalıdır.
  18. AVM'lerde iç hava kalitesi müşteriler açısından çok önemlidir. Hong Kong'da 9 ayrı AVM'de yapılan iç hava kalitesi ölçümlerinde %40 dan fazlasında CO<sub>2</sub> düzeyleri hem hafta içinde ve hem hafta sonunda ASHRAE standartlarındaki 1000 ppm değerinin üzerinde çıkmıştır. Aynı şekilde hafta içinde ortalama solunabilir partikül madde konsantrasyonu da Hong Kong yerel standartlarındaki değerleri aşmaktadır. En yüksek değer 380 µg/m<sup>3</sup> olarak bir AVM'de ölçülmüştür. Bu yüksek değerlerin kaynağı yetersiz havalandırma ve yüksek müşteri yoğunluğudur.
  19. AVM'lerin %30'unda havadaki toz oranı sınır değerinin üzerindedir. Bunun ana nedeni çevredeki ağır trafik ve kontrol dışı içilen sigara olarak belirlenmiştir. Ayrıca Food Courtlardaki yeterli havalandırma ile birlikte aşırı ızgara kullanımı iç havadaki CO<sub>2</sub>, CO ve parçacık seviyelerini artıran önemli etkenlerdir.
  20. Diğer bir çalışmada ise bir AVM'de uçucu organik bileşenler (VOC) ölçülmüştür. Yapılan ölçüm ve analiz sonucunda iki depolama alanında en yüksek VOC değerleri ölçülmüştür. Bu yüksek değerlerin birinci nedeni yetersiz havalandırma olurken ikinci nedeni de küçük bir hacimde çok fazla malın depolanmış olmasıdır.



21. Süpermarketlerde en kritik yerler gıda bölümleridir. Bu bölümlerde en yüksek VOC yayımı temizlik aktiviteleri sırasında meydana gelmektedir ki yiyecek bölümlerinde temizlik işlemleri diğer bölümlere göre daha fazla yapılmaktadır.

## 9. HVAC SİSTEMLERİ BAKIM CHECK LİSTİ

### Soğutma kuleleri

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Üreticinin spektlerine göre çalıştırma.
- Muntazam olarak muayene (aylık veya gerektiği biçimde)
- Atıkların mikroorganizma kontrolü amacıyla istenilen şekilde muamelesi
- Biyosit kullanımının kaydının tutulması – cins, miktar ve sonuçlar olarak
- Çalışanların tehlikelere karşı eğitimi

### Nemlendiriciler

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Muntazam olarak haftalık muayene
- İstenildiği gibi temizlik ve dezenfeksiyon
- Görsel olarak küf ve çamur oluşumuna engel olmak
- Dezenfektantların nemlendirici tekrar çalıştırılmadan önce giderilmesi

### Soğutma Serpantinleri

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Muntazam olarak çalışma sırasında aylık (veya gereği gibi) muayene
- İstenildiği gibi temizlik ve dezenfeksiyon
- Küf, kir ve çamur oluşumuna engel olmak
- Filtrelerin uygun çalışmasının temini

### Drenaj tavaları ve drenaj sistemleri

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Muntazam olarak aylık muayene
- Drenajların serbestçe akar koşullarda kalmasının temini
- Kalıcı su birikmesinin önlenmesi
- Küf, kir ve çamur oluşumuna engel olmak, gerektiğinde bunların giderilmesi
- Mikrop kontrolü için örnek su alınması

### Kanal ve plenum ekipmanı

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Besleme, egzoz ve dönüş ızgaralarının ve kanalların temiz ve lekesiz olması
- Kanalların mikroplara ve kirlere karşı rutin muayenesi (örneğin yarım yıllık)
- Elemanların temizlenmesi
- Bağlı kanal sisteminin zarar görmemesi
- İzolasyonların yerinde olması ve ıslanmaması
- Kanal sisteminde uygun dengeleme

### Filtrasyon sistemleri

- Yazılı bakım ve muayene programı
- Rutin muayeneler
- Filtreleme sistemindeki basınç düşümünün ölçülmesi



## 10. SONUÇ

AVM'lerde ara mevsimlerde free cooling yapabilmek amacı ile % 100 dış hava ile çalıştırılması mümkün olmalıdır.

Ortam iç hava kalitesi-konfor dengesi dikkatle izlenmeli **ve işletmede proje değeri olan dış hava oranlarına sadık kalınmalıdır.**

İç hava kalitesinin ve taze havanın algılanmasında sıcaklık önemli bir faktördür. Taze havanın algılanması için ortam havasının serin olması önemlidir.

AVM'ler ilk işletmeye açıldıklarında ortamda çok fazla inşaat tozu olması nedeni ile iklimlendirme santrallerinin ilk altı ay içinde filtrelerinin değiştirilmesi gerekir.

Food courtların yer aldığı bölümlerden yiyecek kokularının diğer bölgelere sızması için bu bölümler, negatif basınçta tutulmaktadır.

Uygulamada çok farklı tipte yiyecek mağazalarının aynı yerde bulunması halinde hava dengesi bozulmakta ve mağazalar arasında koku sızması sorunları yaşanabilmektedir. Bu kapsamda alınacak önlemler food court mağazalarında modüler şaft sistemi oluşturmaktır.

Özellikle gece çalışmalarında boya-cila vs. çalışmaları yapıldığında iklimlendirme sistemlerinin kapalı olması nedeni ile iç ortamda koku ve toz oluşmaktadır. Bu çalışmaların işletme teknik birimleri ile eşgüdüm içinde yapılması ve çalışmalar sırasında egzoz fanlarının çalıştırılması önem kazanmaktadır.

İstenmeyen hava akımlarını ve gürültüyü önlemek için seçilen menfez tipi, debi ayarları, hava hızı önem kazanmaktadır.

Soğutma kulelerinin AVM'nin girişlerine yakın olması durumlarında ses sorunu ile beraber su buharı ve su zerreciklerinin yaratacağı olumsuzluklar göz önüne alınmalıdır.

Teras çatı üzerine yerleştirilen gürültü kaynağı dış cihazların (hava soğutmalı çiller vs.) komşu binaları rahatsız etmemesi için mutlaka projelendirme ve yapım sırasında bariyer vs. gibi önlemler alınmalıdır.

Süpermarketlerde en kritik yerler gıda bölümleridir. Bu bölümlerde en yüksek VOC yayımı temizlik aktiviteleri sırasında meydana gelmektedir ki yiyecek bölümlerinde temizlik işlemleri diğer bölümlere göre daha fazla yapılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] OSHA 3430-04 2011 Standard, "Indoor Air Quality in Commercial and Institutional Buildings"
- [2] Indoor Air Quality Guide, Best Practices for Design, Construction, and Commissioning, ASHRAE.
- [3] Indoor air quality at nine shopping malls in Hong Kong. [Wai-Ming Li, Shun Cheng Lee, Lo Yin Chan, Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 2014.](#)
- [4] Indoor air quality (IAQ) assessment in a multistory shopping mall by high-spatial-resolution monitoring of volatile organic compounds (VOC). [Amodio M<sup>1</sup>, etal.](#)
- [5] ASHRAE Standard 62-1989, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- [6] EN 15251



## ÖZGEÇMİŞ

### Zeynep AKDİLLİ ORAL

1982 yılı İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü mezunudur. İş yaşamına 1983-1988 yılları arasında proje mühendisi olarak Çilingiroğlu Mühendislik ve Müşavirlik LTD. ŞTİ. 'de başlayan Zeynep Akdilli Oral, 1989-1990 yılları arasında Trans Klima İzzet Nasi firmasında teklif hazırlama ve satış mühendisi olarak görev yaptı. 1990-2012 yılları arasında Akmerkez GYO A.Ş.'de sırasıyla kontrol mühendisliği, teknik müdür, genel müdür yardımcısı ve genel müdür görevlerini üstlendi. 2012 yılından bugüne SAF GYO A.Ş.'de genel müdür olarak görev yapıyor.

### Ahmet ARISOY

1972 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesi'nden Y. Müh unvanıyla mezun olmuştur. 1979 yılında Makina Mühendisliğinde Doktora derecesi, 1992 yılında Isı Tekniği Bilim Dalında Profesörlük unvanı almıştır. 1972 yılından bugüne kadar İTÜ Makina Fakültesinde görev yapmıştır. 1980- 1982 arasında A.B.D. Michigan Üniversitesinde misafir araştırmacı olarak bulunmuştur. Yanma ve Isı Tekniği alanlarında çalışma yapmakta olup, bu alanlarda çok sayıda (35 civarında) araştırma, teknolojik uygulama ve ürün geliştirme projesi yönetmiş ve danışmanlık yapmıştır. 8 adet derneğin üyesidir. 1996 yılında Tesisat Mühendisleri Derneği Hizmet Ödülü, 2003 yılında İSKİD Onur Üyeliği Ödülü almıştır. Danışmanlık ve editörlük yaptığı dergi sayısı 6 adettir. Makale, bildiri, kitap olarak 170 civarında yayını vardır.