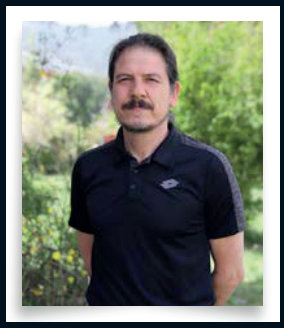

Dr. Macit TOKSOY

Prof. Dr. Sait Cemil SOFUOĞLU

Bu yayın TMMOB Makina Mühendisleri Odası'nın yayınıdır.
Yayın No: MMO/736
E-ISBN: 978-605-01-1547-5

KARBONDİOKSİT VE SINIFLAR

BÖLÜM 7D
HAVALANDIRMA TASARIM YÖNTEMLERİ VE STANDARTLAR ÜZERİNE

Bilimsel ve teknik araştırmaların amacı, özne her neyse, ilgili alanlardaki uygulamalar için, tasarımdan kullanıcıya sunulan nihai faydalara kadar geniş bir yelpazede, birbirini destekleyerek gelişen temel özelliklerin belirlenmesidir. Bu bağlamda, COVID-19 salgını ile temel bilimler, tıp, mimarlık ve mühendislik alanlarının içinde olduğu transdisipliner özelliği öne çıkan havalandırma alanındaki araştırmaların amacı da, insanların yaşadığı kapalı ortamlardaki iç hava kalitesini ve onu oluşturan şartları, o ortamda kısa veya uzun süre bulunan insanların sağlığı için, "sağlık" kelimesinin içerdiği en geniş anlamda (fizyolojik sağlık, zihinsel sağlık, bilişsel sağlık ve performans, üretkenlik, kendini iyi hissetme, vs) tanımlamaktır. Bilimsel denetimlerin filtrelerinden geçen bu tanımlar nihayet söz konusu insanlar için sağlıklı iç hava kalitesini yaratacak sistem tasarımı ve sistem uygulamalarının gerçekleştirilmesine ve hizmete sunulmasına rehberlik edecek zorunlu kurallar, standartlar haline dönüşür.

Standartlar, şüphesiz kutsal kelamlar (sacrosenct) değildirler. Yeni teknolojilerin de kullanılmasıyla araştırmalar geliştikçe ve derinleştikçe, standartlar da hava kalitesinin ve şartlarının "sağlık" içeriğini daha geliştirecek yapılar için gelişmektedirler. Bu bağlamda, literatürde de örneklendiği [1,2] üzere bu standartlar sürekli gözden geçirilmeli ve geliştirilmelidir. Havalandırma Miktarı Prosedürüne (HMP- Ventilation Rate Procedure) [3] göre tasarımda kullanılan, havalandırma standartlarının üzerinde en çok çalışılan ve bir o kadar da tartışılan [4,1] yıldızı, kapalı yaşam hacimlerine kişi başına ve ayrıca göz önüne alınıyorsa birim alan başına verilecek dış hava miktarıdır. Standartların gelişmesi ve geliştirilmesi anlamında havalandırma debileri tarihsel perspektifte incelendiğinde [5,4], kapalı hacme kişi başına verilmesi gereken dış hava miktarının 1825 yılından bu yana kolay izah edilemeyen bir değişim içinde olduğu görülmektedir. Bu durumun özgün bir yorumu PERSILY [6] tarafından yapılmıştır: ***"Sorumlu komiteler hava debilerinin belirlenmesinde mevcut araştırma sonuçlarını, havalandırma sistemlerinin tasarımında ve işletmesindeki önceki deneyimleri ve hiç şüphesiz çeşitli politik ve organizasyonel faktörleri***

göz önünde tutmuşlardır"... "Standart (62-1973) insanların sağlığını, güvenliğini ve kendilerini iyi hissetmelerini sağlayacak minimum ve önerilen hava debilerini içermektedir (standardın mimimum ve tavsiye edilen havalandırma gereksinimlerinin arkasındaki amaç ve kriterleri tanımlamadığı not edilmelidir)".

İç Hava Kalitesi Prosedürüne (İHKP-Indoor Air Quality Procedure) [3] göre ise önemli parametre kapalı ortamlarda aşılmaması önerilen/öngörülen CO_2 konsantrasyonudur. Havalandırma alanındaki ASHRAE ve EN standardları ile bu standartların baskın olarak yönlendiği ulusal standartlarda da iç hava kalitesinin metrikleri konusunda da farklılıklar ve uyumsuzluklar söz konudur.
Bu farklılıkları göstermek üzere, ısıl konfor ile birlikte iç hava kalitesi alanındaki uluslararası ve bazı ulusal standartların karşılaştırılmalı simülasyonların yapıldığı KHOVALYG vd.'nin çalışmasında [7] yer alan konut dışı binalarda çeşitli standartlara göre aşılmaması gereken CO_2 konsantrasyonları için verilen tablo geliştirilerek Tablo 7D.1 oluşturulmuştur.

Tanımları göz önüne alındığında [1], anaokulu ve ilkokul sınıflarındaki CO_2 konsantrasyonu I. Kategoride yer almalıdır. Tablo 7D.1'deki bu kategori için verilen konsantrasyonlar arasında farklılıklar hemen göze çarpacaktır. Üstelik kentlerdeki dış havadaki CO_2 konsantrasyonları göz önüne alınırsa, bu tablodaki farklı değerlere göre yapılacak sistem tasarımları sonucunda iç hava kalitesi açısından faklı konfor değerlendirmeleri ile karşılaşmak mümkündür. Havalandırma sistem tasarımında hangi fark değerin ve hangi dış hava konstrasyonun kullanılması konusu üzerinde durulmalıdır.

Tasarım parametrelerinin farklılıkları yanında, binalarda iç hava kalitesi farklılıkları doğurabilecek nedenlerden biri de yukarıda anılan (HMP ve İHKP) tasarım yöntemleridir. ASHRAE 62.1-2019'da yer alan üçüncü bir tasarım yöntemi, Doğal Havalandırma Prosedürü (DHP - Natural Ventilation Procedure) daha vardır ancak bu yönteme göre tasarım diğer iki yöntemden birisine bağlı olarak geliştirilmektedir.

Tablo 7D.1. Konut dışı binalarda önerilen dış havaya göre fark limit CO_2 konsantrasyonları (ΔCO_2).

| | | |

hacimdeki insan yoğunluğu, kirletici kaynakları, kirletici emisyon hızları açılarından uygun olmayabilir. İnsan yoğunluğu az diğer kirletici emisyon hızlarının yüksek olduğu hacimlerde havalandırma debileri, insan kaynaklı koku konforsuzluğu açısından istenilen kaliteyi sağlayabilir ancak hacim içindeki insanlar diğer kirleticilerin etkisine açık hale gelebilirler.

ASHRAE 62.1-2019 bu yüzden, daha önceki versiyonlarda yer alan koku konforu ile ilgili 1000 ppm CO_2 eşik konsantrasyonunu içermemekte, bu prosedürün uygulanmasını hacim içindeki kirletici kaynaklarının, kirletici emisyon hızlarının, hacim içinde çalışan insan ve ziyaretçi yoğunluğuna bağlı olarak, sadece CO_2'in değil kirleticilerin tamamının göz önüne alınmasıyla yapılmasını öngörmekte, kirletici eşik değerleri için de uzman kuruluşlarının kabul ettiği değerlerin dikkate alınmasına işaret etmektedir.

İç Hava Kalitesi Prosedürü, Havalandırma Miktarı Kalitesi Prosedürüne göre, hacimlerdeki kirletici kaynaklarını ve emisyon hızlarını, insan yoğunluğunu, hacim geometrik büyüklüklerini doğrudan göz önüne aldığı, işletmede (değişen kirletici yüklerine göre) daha rasyonel debi kontrol imkanı sağladığı için havalandırma sistem tasarımı için daha uygun bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. PERSILY [6] havalandırma ve iç hava kalitesi standartlarının gelişimini incelediği makelesinde, "Performans Başlığı altında" İHKP'nün gelişiminin ve bu prosedüre karşı olan itirazları incelemiş ve değerlendirmiştir. Makalesi İHKP'ne olan gereksinimin açıklanması açısından çok faydalı, literatürde öncü bir çalışma olmuştur. HMP'ne karşılık daha fazla bir mühendislik bilgisi ve çabası gerektiren bu prosedürün tasarımda yaygın uygulanması ve iç hava kalitesinin kontrol yöntemi olarak yaygın olarak kullanılması zaman alacak, basit HMP yöntemi pek haklı görülmeyen argümanlarla savunulmaya devam edecek gibi gözükmektedir. PERSILY [6] İHKP'nün tasarım teknolojisi içine dahil olmasını incelerken aşağıda özetlenen notları düşmüştür:

▪İHKP, HMP'nde önerilen tablolardaki reçete değerlerin kullanılması yerine kirlilik konsantrasyonunun kontrol edildiği performans temelli tasarım yaklaşımıdır.

▪İHKP, teknolojiyi geliştirmenin yanında inovatif bina ve sistem tasarımını cesaretlendirmek için geliştirilmiştir.

▪İHKP, HMP ile minimum gereksinimlerin yerine tasarımcının yüksek performanslı iç hava kalitesi hedefini gerçekleştirmesine imkan tanımaktadır.

▪İHKP'nün uygulanmasında, tasarımın temeli olacak kirleticilerin, bu kirleticilerin konsantrasyonlarına ait limit değerlerin ve emisyon kaynaklarının gücününün belirlenmesi, koku ve hissedilmesi gibi, subjektif yaklaşımlardan iç hava kalitesinin değerlendirmesine yönelik bir yaklaşım oluşturulması gibi, aşılması gereken önemli zorluklar vardır.

▪İHKP, emisyon kaynaklarının gücü ve emisyonların limit değerleri ile ilgili verilerin olmaması nedeniyle eleştirilmiştir. Ayrıca, tasarımda öngörülmeyen ve sağlıksız iç hava kalitesi koşulları doğurabilecek kirlilik bileşenleri olasalığı dile getirilmiştir. Böyle bir olasılık vardır. Ancak HMP uygulamasında kirlilik bileşenleri göz önüne alınmamaktadır ve iç hava kalitesi açsından göz önüne alınmayan ve sıradışı bir kirleticinin sebep olacağı iç hava kalitesi problemi HMP uygulamasında da aynen vardır. Tasarım dışı kirlilik bileşenleri her iki yöntemde de söz konusudur.

▪Pek çok çalışma, HMP'ne göre hesaplanmış dış hava debisini azaltmaya yöneliktir. Düşük havalandırma debisi enerji tüketimi, yatırım maliyeti ve performans yaklaşımı açisından bir anahtar motivasyondur. İHKP uygulamasında havalandırma debisi, göz önüne alınan kirletici limit değerine sıkı sıkıya bağlıdır. İHKP'ne göre hesaplanmış hava debisinin bir çalışmada HMP ile belirlenen değerin dörtte biri, bir çalışma da üç katı olduğu görülmektedir.

▪LEED ve Standart 189.1'in [ANSI/ASHRAE/USGBC/IES Standard 189.1-2011] her ikisinin de HMP'nin kullanılmasını öngörmesinin bir değeri yoktur. LEED test aşamasında olan alternatif bir İHKP'ne sahiptir.

▪Havalandırma ve iç hava kalitesi standardları, 1946 tarihli ASA standardından bu yana geliştirilmesine karşılık, pek çok alanda gelişmeye ihtiyaç vardır. Bulardan biri de var olan İHKP'den, binalar arasındaki farklılığı, emisyon kaynaklarını ve tasarım amacını dikkate alan daha pratik bir performans yaklaşımına olan ihtiyaçtır. Türkiye'de, havalandırma tasarımı için ulusal bir standart veya kod yoktur. Makina Mühendisleri Odası tarafından Klima Tesisatı Mühendis Yetkilendirme Eğitimlerine katılmak için zorunlu Havalandırma Tesisat Mühendis Yetkilendirme Eğitiminde kullanılan eğitim materyalinde [8], karbondioksitin "15000 ppm üzerindeki derişiklikleri

zihinsel aktivite kayıplarına neden olabilir ve dikkat edilmelidir" denilmekte ve artık geçerli olmayan ASHRAE 62-1989 standardındakii 1000 ppm üst sınırı "okullar için kullanılabilir ve aşılmaması gerekir" önerisi yapılmaktadır. Aynı kaynakta okullardaki iç hava kalitesinin olumsuzlukları vurgulanmakta ve öneriler yer almaktadır. Okullardaki havalandırma debileri için de, birkaç defa revize edilmiş olan ASHRAE 62-2001 referans verilmektedir.▪

KAYNAKLAR

[1]OLESEN, B. W. vd. "New Danish Standard for Mechanical, Natural and Hybrid Ventilation Systems". The REHVA European HVAC Journal, April 2022.
[2]OLSSON D. Vd. "Status of Ventilation in Sweden". REHVA Journal, April 2022
[3]ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019 : Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 2019.
[4]WARGOCKI, P. "What We Know and Should Know about Ventilation". REHVA Journal, April 2021.
OLESEN, B. W. "Do European Standards for indoor Air Quality Take into Account Outdoor Air Quality" https://pdf4pro.com/amp/view/do-european-standards-for-indoor-air-quality-take-229ff2.html
[5]JANSSEN, J.E. "The History of Ventilation and Temperature Control", ASHRAE Journal September 1999.
[6]PERSILY, A. "Challenges in Developing Ventilation and Indoor Air Quality Standards: The Story of ASHRAE Standard 62". Building and Environment, Vol 91, pages 61-69, 2015.
[7]KHOVALYG, D. vd. "Critical Review of Standards for Indoor Thermal Environment and Air Quality". Energy & Buildings 213, 109819, 2020.
[8]"Havalandırma Tesisatı" (ed. Hüseyin Bulgurcu). MMO Yayın No: 650, 2015.
[9]JENKINS, M. "What Is EN 16798-1:2019? Basics of Thermal Comfort". 14 April, 2021. https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798/]
[10]KAPOOR, N.R. vd. "A Review on Indoor Environment Quality of Indian School Classrooms". Sustainability, 13, 11855, 2021.

ÖZGEÇMİŞLER

Macit TOKSOY

1972'de İTÜ Makina Fakültesini bitirdi. 1976'da Ege Üniversitesinde Mühendislik Fakültesinde Doktora çalışmasını tamamladı. Ege Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde öğretim elemenı ve öğretim üyesi olarak çalıştı. 1978 - 1980 seneleri arasında North Carolina Eyalet Üniversitesinde misafir öğretim üyesi olarak çalıştı. 2013 senesinde endüstride çalışmak üzere emekli oldu. 2013-2018 yıllarında tam zamanlı olarak Eneko A.Ş'de çalıştı. 2019 başından bu yana tesisat sektöründe danışmanlık yapıyor. Üniversitelerde çeşitli kademelerde yöneticilik yaptı. 2005 İzmir Üniversiade Yaz Oyunları'nda Genel Koordinatör Yardımcısı, 2011 Erzurum Universiade Kış Oyunlarında Genel Sekreter, 2013 Mersin Akdeniz Oyunlarında Genel Koordinatör Yardımcısı olarak görev aldı. Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneğinde yöneticilik yaptı, her iki kuruluşun çalışmalarına aktif olarak katkı koyuyor. MMO'nun düzenlediği Ulusal Tesisat Mühendiliği Kongresine ve TTMD'nin Uluslararası Yapıda Tesisat Sempozyumu organizasyonlarında yürütme kurullarında görev yaptı. MMO, TTMD, ASHRAE ve TIBTD üyesi, İSKİD Onur Üyesi, REHVA ve EUROVENT çalışmalarına katıldı.

Akademik çalışma alanları ısı transferi, güneş enerjisi, jeotermal enerjini doğrudan ve dolaylı uygulamaları. Diğer ilgi alanları: Üniversite Eğitimi, Proje Yönetimi, Uluslararası Spor Etkinliği Yönetimi, Dijitalleşme, Ortaçağda Aydınlanma.170 civarında makale ve bildirinin yazarı. REHVA''nın bir ek kitabının yazarlarından biri. Evli iki çocuklu.

Sait Cemil SOFUOĞLU

DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümüden mezun oldu. İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak iki yıl çalıştı. Öğrenimine ABD'de devam edip yüksek lisans ve doktorasını Illinois Institute of Technology'den aldı. Halen, İYTE Çevre Mühendisliği bölümünde Prof. Dr. ünvanı ile çalışmakta, iç hava kirliliği, hava kirliliği ve maruziyet – risk değerlendirmesi konularında araştırmalar yapmakta ve dersler vermektedir.