

# Mevcut Binalara TS 825'e Uygun Kalınlıkta Isı Yalıtım Uygulaması Üzerine Bir İnceleme

Doç.Dr. Burhan Çubadaroğlu; Mak.Yük.Müh.  
TTMD Üyesi

## ÖZET

Bu çalışmada; ülkemizde yürütülmekte olan enerji verimliliği çalışmaları kapsamında oluşturulan yönetmelik ve standartların, mevcut binaları da kapsayacak şekilde genişletilmesi üzerine bir inceleme yapılmıştır. Bu amaçla göz önüne alınan tipik bir mevcut binaya TS 825'e uygun kalınlıkta dıştan ısı yalıtım uygulamasında; yalıtım kalınlığı ile binanın pencere alanının binanın dış duvarlar alanına olan oranı arasındaki ilişki belirlenmiştir. Bu sayede; ülkemizdeki ısı enerjisi kullanımında önemli bir yer tutan mevcut binaların mimari özelliklerini koruyarak, yönetmeliğe uygun kalınlıkta dıştan yalıtım uygulamak suretiyle, enerji verimliliğinin artırılması sağlanabilir. Çalışmada elde edilen sonuçlar üzerinde yorumlar yapılmış ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

## An Analysis Of The Thermal Insulation Application To The Existing Buildings According To The Turkish Standard TS 825

### ABSTRACT

In this study; it has been analyzed that the expanding of the regulations and the standards on energy efficiency to comprise the existing buildings in Turkey. For this purpose, according to the Turkish Standard TS 825 the thermal insulation application as an envelope to a typical existing building has been regarded and the relation of the thickness of the thermal insulation with the ratio of the windows area to the walls area has been determined. By this way; the energy efficiency can be increased by the application of thermal insulation envelope to the existing buildings, while the architectural characteristics of the existing buildings which use important amount

of thermal energy of Turkey are saved. The results of this study have been discussed and some proposals have been made.

### 1. Giriş

Günümüzde enerji konusunda küresel düzeyde yaşanan problemlerin özünde iki ana unsur yatmaktadır. Birinci unsur; fosil kaynaklara dayalı yakıt üretiminin, dünyada sürekli olarak artmakta olan kullanılabilir enerji gereksinimine koşut olarak artmamış olmasıdır. Bu nedenle, örneğin son birkaç yıl içerisinde ortaya çıkan talep artışı petrol fiyatlarını aşırı bir şekilde artırmıştır. Daha da önemli olan diğer unsur ise; günümüzde iletişim, bilgi akışı, tıp vb. konularda yaşanan hızlı ve önemli gelişmelerin, yeni kaynaklara dayalı kullanılabilir enerjinin geliştirilmesi konusunda yaşanmamış olmasıdır. Genel olarak bakıldığında; günümüzde halen ana ilkeleri 19.yy'a kadar uzanan "fosil kaynaklı yakıtlardan mekanik enerjiye, elektrik ve ısı enerjisine dönüşüm" gibi yöntemler

YAPIL BİLEŞENİ	Özellik/Bileşim (m)	Kalınlık-d Katsayısı- $\lambda$ (W/mK)	Isı İletim Direnç Faktörü- $\mu$ (-)	Su Buharı Difüzyon	
Dış Duvar (Tuğla da n oluşan kısım)	İç sıva	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	0,87	15
	Tuğla	Yatay delikli	0,19	0,45	5
	Isı yalıtım malzemesi	Yüzeyi kanallı ekstrüde köpük	$L_y$	0,031	80
	Dış sıva	Çimento harcı	0,03	1,4	15
Dış Duvar (Kiriş-Kolon-Perde Beton dan oluşan kısım)	İç sıva	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	0,87	15
	Beton	Donatılı	0,3	2,1	70
	Isı yalıtım malzemesi	Yüzeyi kanallı ekstrüde köpük	$L_y$	0,031	80
	Dış sıva	Çimento harcı	0,03	1,4	15
Tavan (çatılı)	İç sıva	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	0,87	15
	Beton	Donatılı	0,12	2,1	70
	Isı yalıtım malzemesi	Mineral ve bitkisel lifli	0,12	0,04	1
Taban (Toprağa Temas Eden)	Sentetik kaplama	PVC	0,005	0,23	50000
	Şap	Çimento harcı	0,05	1,4	15
	Isı yalıtım malzemesi	Yüzeyi düzgün ekstrüde köpük	0,045	0,028	80
	Şap	Çimento harcı	0,02	1,4	15
	Beton	Gözeneksiz agregalı	0,1	1,1	3
	Beton	Donatısız	0,15	1,74	70

Çizelge 1. Mevcut binada kullanılan yapı bileşenleri ve yapı malzemelerinin özellikleri [2]

Tavan alanı (A <sub>T</sub> )	Taban alanı (A <sub>t</sub> )	Dış duvarlar alanı (A <sub>D</sub> )		Pencereler alanı (A <sub>p</sub> )
		Kiriş+kolon+ perde beton alanı	Tuğla duvarlar	
501,94 m <sup>2</sup>	488,1 m <sup>2</sup>	681 m <sup>2</sup>	485,83 m <sup>2</sup>	
<b>Bina yan yüzeyleri alanı =1166,83 m<sup>2</sup></b>				
<b>Bina dış yüzeyleri toplam alanı (A<sub>top</sub>=A<sub>T</sub>+A<sub>t</sub>+A<sub>D</sub>+A<sub>p</sub>) = 2156.87 m<sup>2</sup></b>				

**Çizelge 2.** Göz önüne alınan mevcut bina için standartta istenen yüzey alanları [3].

kullanılmaktadır. Fosil kaynaklı yakıtlara dayalı olan yakma teknolojileri dışında, ucuz ve temiz olarak kullanılabilir enerjiye “yakmaksızın” dönüşümün yapılabildiği bir teknoloji henüz geliştirilememiştir. Yenilenebilir kaynaklara dayalı kullanılabilir enerjinin ise artan talebi karşılama halen yeterli olduğu söylenemez.

Enerji birim bedellerindeki artış, küresel düzeyde ekonomik dengesizliklerin doğmasına neden olmakta ve dolayısıyla çeşitli uluslararası siyasi karışıklıklara yol açmaktadır. Enerjinin böylesine önem kazanması ülkelerin konu ile ilgili çeşitli politikalar geliştirmesine yol açmış ve özellikle gelişmiş ülkeleri yeni arayışlara yöneltmiştir. Kullanılabilir enerji ile ilgili yeni dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, iyi bir alt yapı ve parasal kaynak gerektirdiği için bu türden çalışmalar gelişmiş ülkelere yürütülmektedir. Bunun yanı sıra; fosil kaynaklara dayalı kullanılabilir enerjinin verimli kullanılması ise, her bir ülkenin kendi yapısına uygun enerji politikalarının yürütülmesi ile sağlanabilir. Bu amaçla çeşitli özendirme politikaları geliştirilmekte ve toplumu bilinçlendirme çalışmaları yapılmaktadır.

Ülkemizdeki enerji kullanımında, konutlarda %35, endüstride %36, ulaşımda %21 şeklinde bir dağılım söz konusu olup, öz kaynaklarımızdan elde edilen kullanılabilir enerjinin talebi karşılama oranının 1988’de %38 iken 2005’te %25’e düşeceği saptanmıştır [1]. Konutlarda kullanılan enerjinin %80’inin ısıtma amaçlı olduğu ve bu enerjinin büyük ölçüde fosil kaynaklı yakıtlardan sağlandığı göz önüne alınırsa, hava kirliliği oluşumunda konutların etkisi açık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda; konutlarda ısıtma amaçlı enerji kullanımını azaltma yönünde yapılacak düzenlemelerin, ekonomiye sağlayacağı katkının yanı sıra hava kirliliğinin azaltılmasına da katkı sağlayacağı açıktır. Konutlarda enerji verimliliği büyük ölçüde ısı yalıtım önlemleri ve ısıtma sistemlerinin iyileştirilmesi üzerine alınacak önlemler ile sağlanabilir. Konutlarda ısı yalıtımının sağlanması konusunda ülkemizde atılan ilk önemli adım; 14 Haziran

2000 tarihinde yürürlüğe giren ve Mart 1989 tarihli eski TS 825’in yeni bir düzenlemesi olan yeni “TS 825-Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardıdır [2]. Yeni TS 825 ile; binaların proje aşamasında birim kullanım alanları başına kullanabilecekleri ısıtma amaçlı enerjinin sınırlanması ve buna uygun mimari tasarımın ve uygun kalınlıkta ısı yalıtımının yapılması amaçlanmıştır. Ancak ısıtma amaçlı enerji kullanımının önemli bir kısmını oluşturan ve yeni TS 825 öncesi yapılmış olan mevcut kullanılmakta olan binalarda tasarrufa yönelik enerji kullanımı konusunda ülkemizde henüz herhangi bir yasal düzenleme yapılmamış olup, bu konuda önemli bir eksiklik olduğu açıktır.

Binalardaki ısıtma amaçlı enerji kullanımına TS 825 ile getirilen sınırlar içerisinde kalınacak şekilde, mevcut kullanılmakta olan binalara dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılarak önemli ölçüde ısı ekonomisi sağlamak olanaklıdır. Bu amaçla; mevcut kullanılmakta olan binaların yapı bileşen özellikleri ve bulunduğu derece gün bölgesi özellikleri göz önüne alınarak, pencereler alanının dış duvarlar alanına olan oranlarına bağlı olarak şekilde yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Böylece binanın mevcut mimari durumuna uygun ve TS 825 ile getirilen koşulları sağlayacak kalınlıkta ısı yalıtımının binaya dıştan uygulanması olanaklı olur. Bu makale kapsamında; belirli bir tip bina projesi göz önüne alınarak, dört ayrı derece gün bölgesi için TS 825 ile verilen sınırlar içerisinde kalınacak şekilde, mevcut kullanılmakta olan binalara dıştan yapılacak ısı yalıtım kalınlığının, “pencereler alanı / dış duvarlar alanı” oranı ile olan ilişkisi grafik olarak belirlenmiştir.

## 2. İlgili Yönetmelik ve Standartlar

Ülkemizde 1972 yılından beri çeşitli yönetmelik ve standartlar yayınlanarak yürürlüğe girmiş ve böylece ülkenin genelinde enerji tasarrufunun sağlanması amaçlanmıştır. Bu yönetmelik ve standartların öne çıkan bazıları şunlardır:

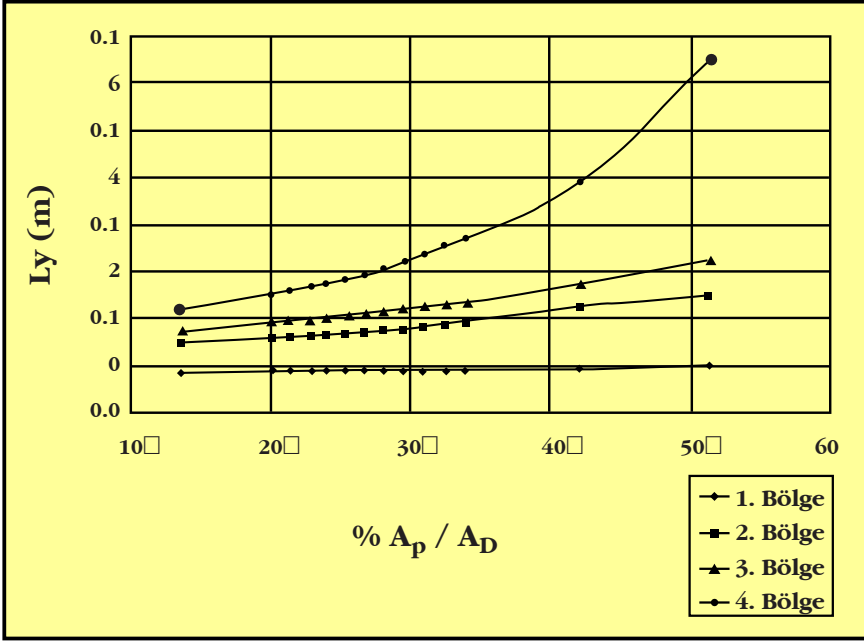
- *Isı Yalıtım Yönetmeliği, İmar ve İskan Bakanlığı, 30 Ekim 1981, 17499 sayılı Resmî Gazete*
- *Mevcut binalarda ısı yalıtımı ile yakıt tasarrufu sağlanması ve hava kir-*

*liğinin azaltılmasına dair yönetmelik, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 19 Kasım 1984.*

- *TS 825-Binalarda ısı yalıtım kuralları, Nisan 1985.*
- *Bazı belediyelerin imar yönetmeliklerinde değişiklik yapılması ve bu yönetmeliklere yeni maddeler eklenmesi hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 16 Ocak 1985.*
- *TS 825-Binalarda ısı yalıtım kuralları, Nisan 1998.*
- *Binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 8 Mayıs 2000.*

Bu yönetmelikler dışındaki diğer yönetmelikler, kendi aralarında uyum taşımadığı gibi birbirleri ile de gelişmektedirler. Halen binalardaki ısı yalıtımı konusunda geçerli olan son iki yönetmelik göz önüne alındığında bile bazı ana eksikliklerin olduğu görülmektedir. Örneğin; binalara ısı yalıtım uygulamasında ve piyasada mevcut yapı malzemelerinin gereken nitelikleri taşıyıp taşımadığı konusunda denetim mekanizmasının nasıl çalışacağı belirsizdir. Ayrıca yönetmeliklerde herhangi bir özendiricilik yer almadığı gibi, gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan şekli ile binalarda enerji kullanımını konusunda ileriye dönük belirli hedeflere yer verilmemiştir.

TS 825’in amacı; binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamak, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmak ve enerji gereksiniminin hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap yöntemini ve çizelge değerlerini belirlemektir. Konut, büro, tiyatro, kongre ve konser salonu, eğitim yapısı, hastane, alışveriş merkezi gibi yeni inşa edilecek binalarda ve mevcut binaların oturma alanının en az %15’i oranında yapılacak onarımlarda, onarılan bölümün ısıtma enerjisi gereksiniminin hesaplanması kurallarını ve izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini veren TS 825, pasif güneş enerjisi sistemlerini içeren binalarda kullanılmaz. Standartta açıklanan hesap yöntemi kararlı (daimi) durum için denge denklemlerini kullanmakla birlikte, dış ortam sıcaklık değişimleri ve güneş enerjisi kazançlarının dinamik etkilerini de göz önüne



Şekil 1. Ülkemizdeki 4 ayrı derece gün bölgesi için, mevcut bir binaya dıştan uygulanacak ısı yalıtım malzemesi kalınlığının, binanın pencereler alanının binanın dış duvarlar alanına olan oranına bağlı olarak değişimi

$L_y(m) = A \times (A_p/A_D)^3 + B \times (A_p/A_D)^2 + C \times (A_p/A_D) + D$				
Derece Gün Bölgesi	A	B	C	D
1. Bölge	$210^{-7}$	$-10^{-5}$	$410^{-4}$	$1,3410^{-2}$
2. Bölge	$-310^{-7}$	$410^{-5}$	$-910^{-4}$	$3,5710^{-2}$
3. Bölge	$10^{-7}$	$-610^{-7}$	$510^{-4}$	$2,7310^{-2}$
4. Bölge	$210^{-6}$	$-910^{-5}$	$2,610^{-3}$	$1,9710^{-2}$

Çizelge 3. Göz önüne alınan mevcut bina için  $A_p/A_D$  oranına bağlı olarak her bir derece gün bölgesinde TS 825'e uygun  $L_y$  (m) yalıtım kalınlığını veren 3.dereceden polinom ifadeler

almaktadır. TS 825 ayrıca yapı bileşenleri içerisindeki buhar geçişi ve yoğunlaşma riski konusunda da sınırlama getirmektedir.

8 Mayıs 2000 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan ve 14 Haziran 2000 tarihinde yürürlüğe giren *Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği* ise büyük oranda TS 825'i kaynak göstermekte ve TS 825'e göre yapılacak olan ısı yalıtım projesinin hazırlanmasında yol gösterici olmak üzere çatı, duvar ve döşeme gibi yapı bileşenlerine uygulanacak ısı yalıtımına ilişkin detay çizimlerini vermektedir. Yönetmelik ayrıca, binalar için "ısı ibtiyacı kimlik belgesi" nin ısı yalıtım uygulamasını yapan makina mühendisi tarafından doldurulmasını ve yetkili makam tarafından onaylandıktan sonra bir kopyasının da bina girişine asılmasını zorunlu kılmaktadır.

### 3. Uygulama

Bu makalede; TS 825'te verilen hesaplama adımları ve çizelge değerleri ile bilgisayar ortamında hesap yapmak üzere İZODER tarafından hazırlanmış olan CD'de [3] verilmiş olan 5 katlı örnek bina mevcut bir bina olarak göz önüne alınmıştır. Üzerinde TS 825'e uygunluk incelemesi yapılan ve mevcut olduğu varsayılan binada yer alan

yapı bileşenleri ve bu yapı bileşenlerini oluşturan yapı malzemelerinin gerekli fiziksel özellikleri topluca Çizelge 1'de görülmektedir. Yapı malzemelerinin seçiminde yaygın kullanım özelliği belirleyici olmuştur. Isı yalıtım malzemesi olarak göz önüne alınan yüzeyi kanallı ekstrüde köpük, binalara sonradan yalıtım uygulamasında da kullanılabilen en uygun malzeme olması nedeniyle seçilmiştir. Binanın dış duvarlarının tuğladan oluşan kısımları ile giriş, kolon, perde beton gibi ısı köprüsü oluşturan kısımları farklı düzeyde ısı kayıplarına neden olması nedeniyle ayrı ayrı göz önüne alınmıştır.

TS 825'te bina için istenen çeşitli alan ölçüleri ise topluca Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çalışmada ele alınan binanın her bir derece gün bölgesinde "pencereler alanı + tuğla duvarlar alanı değeri"  $485,83 \text{ m}^2$  olarak sabit kalacak şekilde, pencereler alan değeri  $145,83 \text{ m}^2$  değerinden  $395,83 \text{ m}^2$  değerine kadar artırılırken, bu değişime bağlı olarak tuğla duvarlar alanı da  $340 \text{ m}^2$  değerinden  $90 \text{ m}^2$  değerine kadar azaltılarak oluşturulan 14 ayrı kombinasyon için TS 825'e uygun olacak şekilde yalıtım kalınlığı hesabı yapılmıştır. Farklı  $A_p/A_D$  oranları için standarda uygun olarak yapılan yalıtım kalınlığı hesaplarının, dört ayrı derece gün bölgesi için tekrarlandığı

düşünülürse, toplam olarak  $14 \times 4 = 64$  ayrı durum için TS 825'e uygun yalıtım kalınlığı araştırması yapılmış ve elde edilen sonuçlar bir grafik haline getirilerek Şekil 1'de sunulmuştur. Grafik ilişkilere en uygun olan üçüncü derece polinom cinsinden analitik ifadeler ise topluca Çizelge 3'te görülmektedir.

### 4. Bulgular ve Tartışma

Grafik ilişkiler göstermektedir ki; 1.derece gün bölgesinde TS 825'e uygun olacak şekilde mevcut binalara uygulanacak ısı yalıtımında, yalıtım malzemesi kalınlığı "pencereler alanı / dış duvarlar alanı" oranına bağlı değildir. Bu bölgede yer alan farklı mimari özellikteki bütün mevcut binalara yaklaşık  $0,02 \text{ m}$  kalınlığında uygulanacak ısı yalıtımı ile binadaki ısıtma amaçlı enerji kullanımında TS 825'e uygunluk sağlanmış olacaktır. Bu bağlamda; 1.derece gün bölgesinde yer alan mevcut binalara uygulanacak yalıtım uygulamasında  $0,02 \text{ m}$  kalınlıktan az olmamak koşulu ile, sadece yalıtım ideal kalınlığı hesabı göz önüne alınmalıdır. Diğer bir deyişle; bu bölgede yer alan mevcut bir binadaki ısıtma sisteminde kullanılmakta olan yakıt için birim ısı bedeli, ısıtma sisteminin işletme koşulları (yıllık ve günlük çalışma süreleri), mevcut binanın kalan ömrü, banka faizi vb. gibi parametreler ile binada kullanılacak olan ekstrüde polistren köpük yalıtım malzemesinin bedeli (yaklaşık  $90 \text{ USD/m}^3$ ) göz önüne alınarak yalıtım ideal kalınlığı hesaplanmalı ve  $0,02 \text{ m}$  değeri ile kıyaslanmalıdır.

İnceleme konusunda 2.derece gün bölgesi ile ilgili olarak elde edilen bulgular; yalıtım malzemesi kalınlığının, "pencereler alanı / dış duvarlar alanı" oranına bağlı olarak çok az değiştiğini göstermektedir. Şekil 1'de yer alan 2.derece gün bölgesi değişim grafiğinde de izlenebileceği gibi, "pencereler alanı / dış duvarlar alanı" oranının %14'lük değerinde, TS 825'e göre  $0,03 \text{ m}$  olması gereken yalıtım malzemesi kalınlığı, "pencereler alanı / dış duvarlar alanı" oranının yaklaşık %50 değer aldığı mevcut binalarda  $0,05 \text{ m}$  değerinde olmalıdır. Bu değişim ilişkilerinin diğer bir şekilde ifadesi ise; 2.derece gün bölgesinde bulunan mevcut binaların  $A_p/A_D$  oranlarının yaklaşık 3 kat daha artmasına rağmen, uygulanması gereken yalıtım kalınlığı 1 kat daha bile artmamaktadır. Bu durum 2.derece gün bölgesinde yer alan mevcut binalara sonradan uygulanacak ısı yalıtımında,  $A_p/A_D$  oranından bağımsız olarak sabit bir yalıtım kalınlığının ( $0,04 \text{ m}$  gibi) seçilebileceğini göstermektedir. 3.derece gün bölgesine ilişkin olarak elde edilen inceleme sonucu, 2.derece gün bölgesi için elde edilen sonuca yakın bir değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Zira; Şekil 1'de verilmiş olan grafik ilişkilerden de görüleceği gibi her iki bölgeye ait  $A_p/A_D$  oranı ve yalıtım kalınlığında ortaya çıkan değişimlerin miktarı aynıdır. Her iki bölgeye ilişkin olarak elde edilen sonuçlar arasındaki ana farklılık yalıtım malzemesi kalınlığı

konusundadır. Buna göre; 3.derece gün bölgesinde yer alan mevcut binalarda uygulanacak ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı ortalama bir değer olarak 0,05 m seçilebilir. Bu makale kapsamında yapılan incelemede elde edilen en belirgin bulgular 4.derece gün bölgesine aittir. 4.derece gün bölgesinin; ülkemizde ısıtma sezonunda iklim koşullarının en ağır geçtiği bölge olması ve buna bağlı olarak da ısıtma gereksiniminin her yerden çok daha fazla hissedildiği bölge olması dolayısıyla, ısıtma amaçlı enerjinin ekonomik kullanımına en fazla özen gösterilmesi gereken bir bölge olarak göz önüne alınmalıdır. Şekil 1 'de 4.derece gün bölgesi için olan  $A_p/A_D$  oranına bağlı yalıtım malzemesi kalınlığı değişim grafiği de diğer bölgelere göre daha farklı bir karakter göstermektedir.

Buna göre; bu bölgede yer alan mevcut binalara TS 825'e uygun ısı yalıtımı uygulamasında, yalıtım kalınlığı " *pencereler alanı / dış duvarlar alanı*" oranına önemli ölçüde bağlı olmaktadır. Nitekim 4.derece gün bölgesinde bulunan mevcut binaların  $A_p/A_D$  oranlarının yaklaşık 3 kat daha artması durumunda uygulanması gereken yalıtım kalınlığı en az 2,5 kat daha artmaktadır. Binalara dıştan uygulanan ısı yalıtımında kalınlık değerinin, bazı konstrüktif kısıtlamalar nedeniyle çok da fazla artırılamayacak olması, ısı yalıtım malzemesi kalınlığına bir sınır değer çekilmesini zorunlu kılmaktadır. Örneğin en azından bu çalışmadaki inceleme kapsamında ele alınan bina ve özellikleri için, ülkemizdeki 4.derece gün bölgesindeki mevcut binalara TS 825'e uygun ısı yalıtımı uygulamasında, " *pencereler alanı / dış duvarlar alanı*" oranının yaklaşık %36'lık değerine karşılık gelen 0,08 m'den sonra yalıtım kalınlığını artırmakla standarda uygunluğun sağlanması pratik bir sonuç vermeyecektir. Böylesi durumlarda yapılması gereken; maksimum kalınlıkta ısı yalıtım malzemesinin kullanılmasının yanı sıra, yönetmelik ve standartlara TS 825'e uygun sonuç verecek şekilde mevcut binanın mimari özelliklerinde değişiklikler yapılmasını zorunlu kılacak hükümlerin yerleştirilmesidir.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada yapılan inceleme; ülkemizdeki konutlarda enerjinin verimli kullanılmasına yönelik olarak yapılmış olan yasal düzenlemelerin, mevcut binaları da kapsayacak şekilde daha da genişletilmesinin yararlı olacağını göstermektedir. Ülkemizdeki mevcut derece gün bölgesi düzenlemesine göre, 4.derece gün bölgesi dışındaki derece gün bölgesine giren yerlerdeki mevcut binalara, binanın " *pencereler alanı / dış duvarlar alanı*" oranına bakılmaksızın standart yalıtım kalınlıklarının uygulanması zorunlu hale getirilmelidir. Standart yalıtım kalınlıklarının belirlenmesinde; bina yapı bilemleri ve yapı malzemelerindeki çeşitlilik de göz önüne alınacak şekilde yapılacak istatistik çalışmalara gereksinim vardır.

Bu çalışmada göz önüne alınan tipteki mevcut bir bina için; binanın " *pencereler alanı / dış duvarlar alanı*" oranı ne olursa olsun, 1.derece gün bölgesinde yapılacak dıştan ısı yalıtım uygulamasında 0,02 m, 2.derece gün bölgesinde 0,04m ve 3.derece gün bölgesinde de 0,05m kalınlıkta ısı yalıtım uygulamasının yapılması, mevcut binaların tamamına yakınında TS 825'in mevcut şekli ile uygulanması anlamına gelecektir. 4.derece gün bölgesinde ise " *pencereler alanı / dış duvarlar alanı*" oranı %36 'ya kadar olan mevcut binalarda bu orana bağlı olarak belirlenecek olan kalınlıkta ısı yalıtımının uygulanması zorunlu kılınmalıdır. Bu çalışmada ülkemizdeki 4 ayrı derece gün bölgesi için elde edilen  $L_y = f(A_p/A_D)$  grafikleri ayrıca göstermektedir ki; ülkemizdeki mevcut derece gün bölgesi düzenlemesinde 3. ve 4. derece gün bölgeleri arasındaki iklim verileri farklılığı diğer derece gün bölgeleri arasındaki iklim verileri farklılığından çok daha fazla olmaktadır. Bu sonuç; ülkemizde özellikle 3.ve 4. derece gün bölgeleri arasında en azından bir tane daha yeni bir derece gün bölgesinin oluşturulması gerektiğini de göstermektedir.

## REFERANSLAR

1. Dağsöz, A.K. ve Yüksel, H.M., Yapılarda Isı Yalıtımının Bireylere ve Ülkemiz Ekonomisine Katkıları, Enerji 2000 Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 97-107, 26-28 Ocak 2000, Ankara.
2. TS 825-Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Nisan 1998.
3. İZODER-Isı, Ses ve Su İzolasyoncuları Derneği, TS 825 Version 1.0 CD, 2000.

### **Burban Çubadaroğlu**

1961 Trabzon doğumludur. İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi 1983 yılı mezunudur. Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden 1986 yılında Yüksek Mühendis, 1991 yılında Doktor unvanını almıştır. 1998 yılında Doçent olmuştur. Araştırmaları "Sayısal Akışkanlar Dinamiği", "Hava Kirliliği" ve "Yapıda Isıtma Tesisatı" konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Makina Mühendisleri Odası, WUA-CFD ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. Meslek dışı ilgi alanları, doğa, spor ve felsefedir. Halen KTÜ Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

# Radyant Isıtmanın Genel Hatları

Erol Turan; Mak. Müh.  
TTMD Üyesi

## ÖZET

Bu yazının amacı; radyant ısıtmanın genel hatlarıyla tanıtılmasıdır. Yürürlükteki standartların anılması, projelendirme yapılırken dikkate alınması gereken yönler ile radyant ısıtmanın bazı temel kurallarının belirlenmesidir. Böylece, ülkemizdeki kullanımın yaygınlaştırılarak yakıt tasarrufu ile ekonomiye yarar sağlanması ve konvansiyonel yöntemlerin sebep olduğu çevre kirliliğinin azaltılmasıdır.

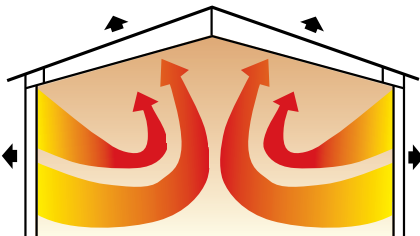
## Radiant Heating Systems

### ABSTRACT

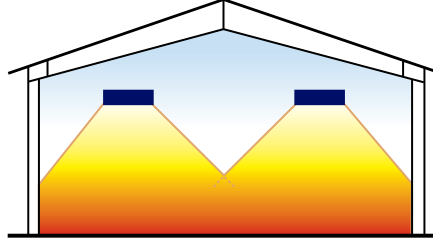
The aim of this article is to give a general knowledge about radiant heating systems. Normative references, basic principles will be called. Large applications in the industry will cause significant energy savings and reducing CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions for a better environment.

### I. Giriş

Bu amaca yönelik olarak hazırlanan metin, bilimsel gerçekler üzerine inşa edilirken, detaylara girmeden, pratik olmayı hedeflemiştir. Ancak, inanıyoruz ki konu akademik olarak da irdelenmelidir. Bilindiği gibi endüstriyel binaların ısıtılmasında beklenenlerin başında, en az yatırım ve enerji ile en uygun çalışma koşullarının sağlanması gelmektedir. Konveksiyon – kondüksiyon (iletim – taşınım) fizik kuralından yola çıkan geleneksel ısıtma sistemlerinin ( Şekil 1 ) bu beklentileri yerine getirmesindeki güçlükler, hemen hepimizin bilgisi ve deneyimi içindedir. Kazan, büyük baca, sirkülasyon pompaları, sıcak hava apareyleri gibi cihazlar ve izolasyonlu gidiş dönüş su veya buhar hatları, vanalar... Kuruluşu uzun süreli ve pahalı, işletim giderleri yüksek ve bakımı



Şekil 1. Sıcak hava



Şekil 2. Radyant

dertli. Bütün bunlara rağmen çoğunlukla da yetersiz. Alternatif sistem; ışınlama ısıtma (radyasyon) kuralından yola çıkarak geliştirilen (Şekil-2) radyant ısıtmadır. Ülkemizde 1990'ların hemen başlarından itibaren uygulanan, batı ülkelerinde 1970 petrol krizi sonrasında hızlanan ancak üretimi

ve uygulaması 1940'larda başlayan radyant ısıtma, ısı transferinin ışınlama yapıldığı ısıtma sistemidir. Güneşin bizi ve dünyamızı ısıtması da bir radyant ısıtma yöntemidir. Işınlama ısıtma şeklindeki fizik kuralı teknolojik olarak birbirinden farklı cihazlarla uygulanmaktadır. Aynı temel prensipten yola çıkan farklı teknolojik ürünler söz konusudur.

### II. Tanımlar / Normlar

İki ana grupta toplanan ürünlerin tanımlarını almak projelendirmeye ve montaja yönelik bilgilerinden yararlanmak üzere Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanan EN 13410'a başvuracağız.

**EN 13410: Gaz yakan radyant ısıtıcıların endüstriyel kullanımındaki havalandırma gereksinimleri**

**1. Kapsam :** Bu bölüm, evsel olmayan (endüstriyel tesislerde kullanılan) insan boyundan daha yüksek seviyeye, mekanların tavan ve/veya duvar üstlerine monte edilen, gaz yakıp, ışınlama ile ısıtan cihazların tiplerini ve montaj kurallarını kapsar.

#### 2. Anılan normlar :

EN 416-1: 1999 Tek brülörlü borulu radyantlar,  
EN 419-1: 1999 Konut dışı kullanılan luminus (parlak) radyantlar

#### 3. Tanımlar :

**3.1.1. Radyant ısıtıcı:** İnsan boyundan yüksek seviyeden, gaz yakıp bulunduğu mekana ısı transferini ışınlama ile yaparak, ısıtan cihazlardır.

**3.1.2 Luminus (parlak) radyant ısıtıcı:** İnsan boyundan yükseğe asılarak, asıldığı seviyenin altındaki ortamı, gazın; seramik plaka, metal kafes veya benzeri bir malzeme dış yüzeyinde veya dış yüzey yakınında yanışıyla veya atmosferik bir brülörle metal kafes veya benzeri malzemede yanışıyla ısıtacak ve **ışınlama ile ısıtacak** şekilde tasarlanmış cihazlardır (Resim-1).

**3.1.3 Tüplü (borulu) radyant ısıtıcı :** İnsan boyundan yükseğe asılarak, asıldığı seviyenin altındaki ortamı, içinden yanma ürünlerinin geçişiyle ısınan tüp veya tüpler sayesinde **ışınlama ile ısıtacak** şekilde tasarlanmış cihazlardır. (Resim-2)

#### 3.1.4 Atmosferik brülör :

Yanma havasının, atmosferik basınçta girdiği brülördür.

#### 3.2 A tipi cihazlar :

Yanma ürünlerinin, bina dışına atılması için, bir baca veya emici aygıtı bağlantının amaçlanmadığı cihazlardır.

#### 3.3 Havalandırma türleri

##### 3.3.1 Termal (ısı) Tahliye Yoluyla Havalandırma :

Yanma ürünlerinin ısı taşınımıyla (termal konveksiyonla), binanın çatı veya duvarlarından **belirlenmiş** açıklıklardan tahliyesidir.

##### 3.3.2 Mekanik (zorlanmış) Tahliye Yoluyla Havalandırma :

Yanma ürünlerinin, binanın duvar veya tavanına yerleştirilmiş bir veya daha çok fan ile tahliyesidir.

##### 3.3.3 Doğal Hava Değişimi Yoluyla Havalandırma :

Yanma ürünlerinin, yeri **belirlenmemiş** açıklıklardan, bina içi ve dışı arasındaki sıcaklık ve basınç farkı yoluyla doğal olarak tahliyesidir.

#### 4. Montaj ve bağlantı

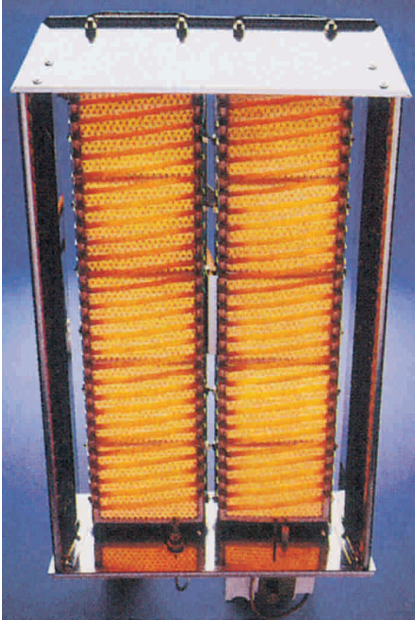
##### 4.1. Mahal hacmi :

Radyantların monte edileceği mahal hacmi, proje gücünün **her 1 kW için en az 10 m<sup>3</sup> olmalıdır.**

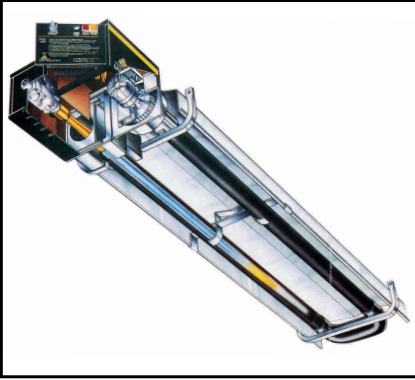
##### 4.2. Yanma ürünlerinin tahliyesi

###### 4.2.1. Genel

Bütün radyant ısıtıcıların yanma ürünleri,



Resim 1. Luminus (parlak) radyant ısıtıcı



Resim 2. Tüplü (borulu) radyant ısıtıcı

yerleştirildikleri tesis dışına tahliye edilmektedir. A tipi cihazlarda, yanma ürünlerinin tahliyesi en direkt yöntemle yapılır. Yanma ürünleri cihazdan çıkar, tesis havasıyla karışır ve binayı terk eder. Bu havalandırma aşağıdaki değişik üç yöntemin herhangi biriyle yapılır. □

- a- Termal (ısı) tahliye yoluyla, □
- b- Mekanik (zorlanmış) tahliye yoluyla, □
- c- Doğal hava değişimi yoluyla.

Aşağıdaki bölümler, üç havalandırma yöntemiyle yapılacak havalandırma hesaplarının detaylarını açıklar.

#### 4.2.2. Termal (ısı) tahliye yoluyla havalandırma

4.2.2.1. Yanma ürünleri ile karışmış olan tesis havasının tahliyesi, mümkün olduğunca mahyaya yakın egzoz açıklıklarından, radyant seviyesinin üzerinden yapılmalıdır.

4.2.2.2. Egzoz açıklıkları, rüzgardan etkilenecek şekilde imal edilip, yerleş-

tirilmelidir. Ulusal veya uluslararası kurallar egzoz açıklıklarının yerini belirleyebilir.

4.2.2.3. Kapayıcı veya kısıcılara, ancak, radyantların emniyetle çalışması otomatik olarak temin edilebiliyor ise izin verilebilir. Aksi takdirde; egzoz açıklıkları kapatılmaz veya kısılamaz.

4.2.2.4. Egzoz açıklıklarının sayı ve yerleştirme düzeni, radyant ısıtıcıların yerleşim düzenine ve tesisin geometrisine bağlıdır. Radyant ısıtıcı ile egzoz açıklığı arasındaki yatay mesafe; duvardaki açıklıklarda; açıklık merkezinin yerden yüksekliğinin 6 katını çatıdaki açıklıklarda; açıklık merkezinin yerden yüksekliğinin 3 katını aşamaz.

4.2.2.5. Termal tahliye yoluyla, tesiste kullanılan **her kW için 10m<sup>3</sup>/saat hava tahliye edilmesi yeterlidir.**

4.2.2.6. Başka amaçlar için gereken havalandırma miktarı var ise hesaba alınmalıdır. Hava açıklığı sayısı ve boyutu, büyük havalandırma miktarına göre hesaplanır.

4.2.2.7. Hesaplama yöntemleri aşağıdaki gibidir ;

A- Egzoz edilecek hava miktarının hesaplanması :

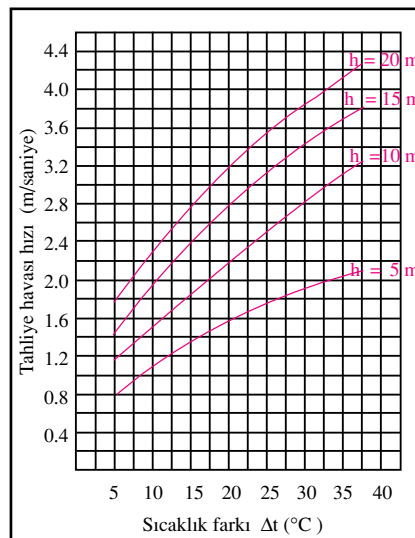
$$V_{top} = \sum Q_{NB} \cdot L$$

Burada ;

$V_{top}$  □ Toplam egzoz edilecek hava miktarı (m<sup>3</sup>/saat)

$\sum Q_{NB}$  □ Tüm radyantların toplam ısıl gücü (kW)

$L$  □ Belirlenen egzoz hava miktarı (10m<sup>3</sup>/saat) / kW



Çizelge 1. Egzoz açıklıklarında tahliye havası hızı

B- Egzoz açıklığının serbest kesitinin hesabı aşağıdadır.

$$A = \frac{V}{v \times 3600 \times n}$$

Burada ;

$A$  : Egzoz açıklığının serbest kesiti (m<sup>2</sup>)

$V$  : Toplam egzoz edilecek hava miktarı (m<sup>3</sup>/saat)

$v$  : Tahliye havası hızı (m/saniye)

$n$  : Egzoz hava açıklığı sayısı

\* Yarık ve aralıkların sabit kesitleri egzoz açıklığı olarak kullanılabilir.

C- Egzoz açıklığında tahliye hava hızı Çizelge 1'den alınabilir.

Burada ;

$h$  □ Egzoz açıklığı ve hava giriş açıklığı merkezleri arası düşey mesafe (m)

$v$  □ Tahliye hızı (m/saniye)

$\Delta t$  □ Sıcaklık farkı ( $t_2 - t_1$ ) (°C)

$t_1$  □ En düşük dış hava sıcaklığı (°C)

$t_2$  □ Tesis içi sıcaklığı (°C)

\* Çizelge 1, dirsek ve içte engeli olmayan egzoz açıklığı ve devreleri için geçerlidir.

#### 4.2.3. Mekanik (zorlanmış) Tahliye Yoluyla Havalandırma :

4.2.3.1. Tesis havasına karışmış yanma ürünleri, fanlar kullanılarak, radyant ısıtıcıların üst seviyesinden tahliye edilirler. Sadece, dik eğrili fanlar kullanılır.

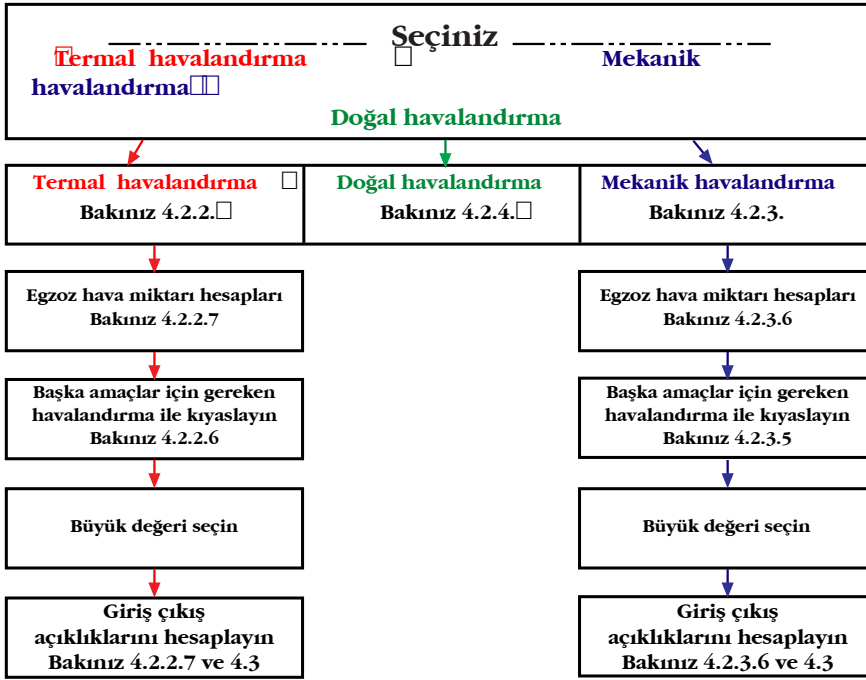
4.2.3.2. Radyant ısıtıcıların çalışması sadece, egzoz havasının emilişi temin edildiğinde mümkün olmalıdır.

4.2.3.3. Egzoz açıklıklarının sayı ve yerleştirme düzeni, radyant ısıtıcıların yerleşim düzenine ve tesisin geometrisine bağlıdır. Radyant ısıtıcı ile fan arasındaki yatay mesafe duvara monte edilen fanlarda ; fan merkezinin yerden yüksekliğinin 6 katını çatıya monte edilen fanlarda; fan merkezinin yerden yüksekliğinin 3 katını aşamaz. Fanlar, ısıtıcıların üst seviyesine, mümkün olduğunca mahyaya yakın monte edilmelidir.

4.2.3.4. Mekanik havalandırma yoluyla, tesiste kullanılan **her 1 kW için 10m<sup>3</sup>/saat hava tahliye edilmesi yeterlidir.**

4.2.3.5. Başka amaçlar için gereken havalandırma miktarı var ise hesaba alınmalıdır. Fan kapasitesi, büyük havalandırma

### Ek Havalandırma Seçimi için Akış Diyagramı



değerine göre hesaplanır.

4.2.3.6. Hesaplama yöntemleri aşağıdaki gibidir ;

A- Egzoz edilecek hava miktarının hesaplanması :

$$V_{top} = \sum Q_{NB} \cdot L$$

Burada ;

$V_{top}$  □ Toplam egzoz edilecek hava miktarı (m<sup>3</sup>/saat)

$\sum Q_{NB}$ : Tüm radyantların toplam ısıl gücü (kW)

$L$  □ : Belirlenen egzoz hava miktarı (10m<sup>3</sup>/ saat) / kW

B- Bir veya çok fan ile, en az, A bölümünde hesaplanmış V değeri kadar kapasite sağlanmalıdır.

#### 4.2.4. Doğal Hava Değişimi Yoluyla Havalandırma

Yanma ürünlerinin, yeterli doğal hava değişimi ile tesis dışına atılması sağlanıyor ise, radyant ısıtıcılar, herhangi bir egzoz sistemi olmaksızın kullanılabilirler. Aşağıda belirtilen hallerde termal veya mekanik havalandırma tedbirleri gerekmez.;

\* Doğal havalandırma miktarı 1.5 hacim/ saat'ten büyük ise,

\* Kurulu güç 5w/m<sup>3</sup> ten büyük değil ise,

#### 4.3. Hava Temini

Hava girişini sağlayacak açıklıklar, radyant ısıtıcıların alt seviyesinin altına yerleştirirler. Hava giriş açıklıklarının toplam net kesit alanı, egzoz açıklıklarının toplam net kesit alanından az olamaz.

Yank ve aralıkların sabit kesitleri hava giriş açıklığı olarak kullanılabilir. Hava giriş açıklıklarının kapatılabilmesi halinde, radyant ısıtıcılar ancak hava girişlerinin açılması durumunda çalışabilmelidir.

#### III. Öneri

Teknoloji tarihinin en kıymetli mirası olduğunu düşündüğümüz normlar (standartlar) her ülkenin teknolojik geleneğince üretildi. Ne mutlu ki, çoğunlukla üretildiği ülke sınırlarını aştı, evrenselleşti. Ülkemizde de, bildiğiniz gibi yaygın olarak ithal normlar uygulanmaktadır.

Umuyoruz ki radyant ısıtma konusunda gecikmeden, Avrupa Birliği ülkeleri tarafından uygulanan CE normları kabul edilmiş ve uygulamadaki belirsizlikler aşılmış olur.



Resim 3. Spor Salonu Uygulaması

#### IV. Projelendirme:

Bu konuda, İGDAŞ'ın hazırladığını bildiğimiz "Endüstriyel Tesislerde Doğal Gaza Dönüşüm" teknik şartnamesiyle, TSE 'nin CE 419 ve CE 416 nolu normlarını tercümesiyle bu yola gittiğini görmekten mutluyuz.

Ülkemizin, Avrupa Birliğine yönelmesinin değişik politik görüşler ışığında tartışılmasının ve ülkemiz yararına olanın seçilmesinin gereğine inanıyoruz. Değişik politik görüşlerin belki de tek ortak noktası, teknoloji konusunda, biran evvel CE normları uygulamasının ülke yararına olduğudur.

Hepimizin bildiği gibi ısıtma problemlerinin temelini ısı kazanımları ve kayıplarının belirlenerek dengelenmesi oluşturur. Konu bina, iyice etüt edilmelidir. Yerleşim planı, üretim akışı mümkün mertebede incelenmelidir. Bu sayede radyant ısıtmanın avantajlarını daha geniş olarak uygulamak mümkün olmaktadır.



Resim 4. Seramik radyant uygulaması



**Resim 5.** Seramik radyant uygulaması (Yüksek tavan – izolesiz bina)

Radyant ısıtıcı ithalatı ve taahhüdü yapan firmalar, çoğunlukla projeleri kendi ofislerinde (bazen ana firmanın dizayn ofisi ile koordineli olarak) üretirler. Böylece tesisatı gerçekleştirecek firmaların enerjilerini, bölgesel tanıtıma ve montaj kalitesine yönlendirmek fırsatı verirler ki bunu akılcı buluyoruz.

#### **V. Uygulama :**

Uygulama alanları olarak 4-5 metre ve daha yüksek binalar, izolasyonsuz olsa da çok uygundur. Fabrika, atölye, depo vb. gibi endüstriyel binalar ile spor salonu ve ibadethane gibi sosyal binalarda yaygın uygulama alanlarıdır.

#### **VI. Sonuç :**

\* Önemli yakıt tasarrufu,

- \* Bölgesel ısıtma imkanı,
- \* Sorunsuz ve kaliteli ısıtma sağladığı,
- \* Çevreci,
- \* Modüler ve taşınabilir,
- \* Kısa sürede kurulabilir,
- \* Kısa sürede ısıtılabilir
- \* Ve **Ekonomik** olduğu gibi nedenlerle radyant ısıtmanın; doğru tanıtılması, doğru uygulanması ve yaygınlaştırılmasının görev olduğu inancındayız.

#### **REFERANSLAR**

1. PrEN 13410 October 2000
2. SBM Ceramic Heating – France
3. GAZ Industrie – France
4. Ambirad Radiant Heating Systems - England



**Resim 6.** Tüplü (borulu) radyant uygulaması

#### **Erol TURAN**

1952 de İstanbul'da doğdu. 1973 yılında İ.T.Ü. M.M.F. Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1974 – 1980 Türk ve yabancı bayraklı gemilerde İşletme Mühendisliği, 1980 – 1983 Gemi işletme müdürlüğü Makina Enspektörlüğü, 1983 – 1990 Türk Loydu Vakfında Deniz Endüstri Bölüm Başkanı, 1990 – 1995 Büro Mekaniker'de gaz armatürleri imalatı kalite Güvence Müdürü, 1995 yılından beri kurucusu olduğu Net Isı Ltd. Şirketi'nde yönetici olarak çalışmaktadır. Welding Inspector ve Radiographic Inter preter level II sertifikalarına sahiptir.



# Talep Esaslı Havalandırma Minimum Maliyetle Konfor Sağlanması (\*)

Simon Meier; İsviçre/Switzerland

## ÖZET

Havanın şartlandırılması ve dağıtılması, havalandırma ve hava şartlandırma sistemlerinde önemli fiyat faktörlerini oluşturur. Fabrikaların çalışma saatleri genellikle zamanlama anahtarlarıyla veya manuel olarak kontrol altında tutulur. Bununla birlikte yukarıdaki uygulamalar çoğu zaman işletme saatlerinde bir azalma sağlamak için yeterli değildir. Geleneksel kontrol metodlarıyla karşılaştırıldığında ihtiyaç duyulduğu kadar hava yenilemesi sayesinde işletme maliyetlerinde oldukça önemli azaltmalara erişilebilir. İlave sermaye yatırımı 1 ile 5 yıl içerisinde karşılanabilir. Burada geri ödeme süresi öncelikle hava akış oranına bağlıdır. 2000 m<sup>3</sup>/h kapasiteli bir hava akış debisinde geri ödeme süresi yaklaşık olarak 5 yıldır. Ve bu hava akış oranının artışıyla bir yılın altına kadar düşer. Oto-matik işletmede hava kalitesi kontrol sistemi fanı kademelendirerek veya VAV sistemi ile fan hızını ve damper pozisyonunu ayarlayarak işlev görür. Talep esaslı havalandırma sistemleri sadece yeni sistemlerle sınırlandırılmamalıdır. Kurulu mevcut sistemler içinde sistemde manuel kontrol ve/veya zaman ayarlı (timer'lı) bir hava

kalitesi kontrol sistemiyle değiştirilebilir. Diğer analog veya dijital kontroller bu değişimden etkilenmez aynen kalır. Talep esaslı havalandırma sistemleri tek bir buton ile otomatik olarak esas alınan amprik değerler üzerinden set edilmiş şekliyle devreye alınabilir.

## Demand-Based Ventilation Indoor Comfort at Lower Cost

### ABSTRACT

The distribution and conditioning of the air are significant cost factors in the operation of ventilation and air conditioning systems. Plant operating hours are normally kept under control by the use of time switches or by manual operation. In most cases, however, these methods by no means exploit the full potential for a reduction in operating hours. Compared with conventional methods of control, a far more significant reduction in operating costs can be achieved by basing air renewal on actual (measured) demand. The additional capital investment can be recouped within 1 to 5 years, the payback period depending primarily on the air flow rate. At an air flow rate of 2000 m<sup>3</sup>/h, the payback period is approximately 5 years, and falls, with

increasing air flow rates, to as little as under a year. In automatic mode, the air quality control system switches the fan stages on and off or, in the case of VAV systems, adjusts the fan speed or damper position. Demand-based ventilation systems are not just restricted to new systems; cost-effective conversion kits are available for existing systems. In a converted system, manual and/or time-switch control are replaced by an air quality control system.

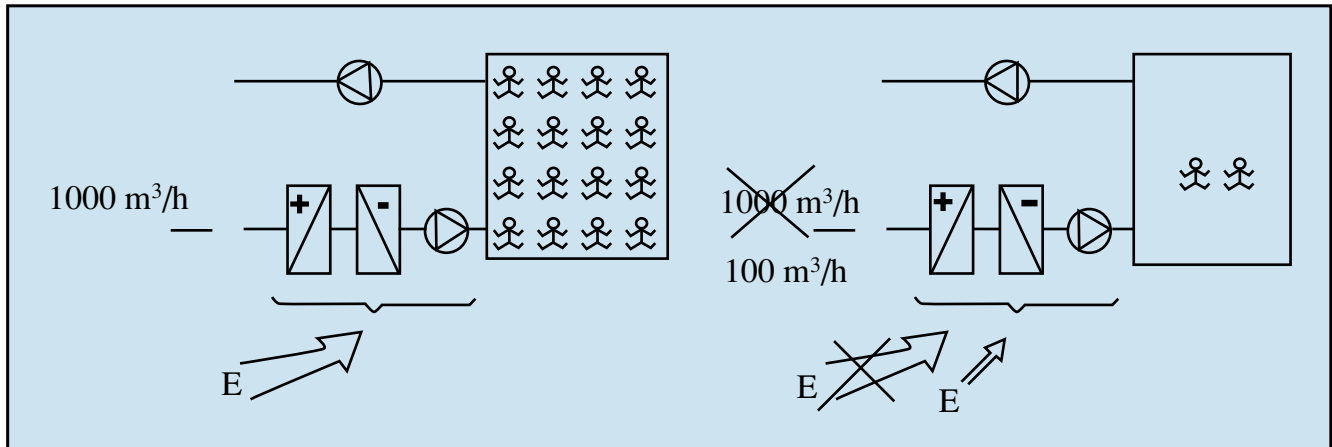
Other analogue or digital controls (such as temperature) remain unaffected. On the basis of empirical values, preset as parameters in the controller, demand-based ventilation systems can be started automatically with the touch of a button.

### Talep Esaslı Havalandırma Nedir?

Bir havalandırma veya hava şartlandırma sisteminde havalandırma oranının projelendirilmesi genellikle ulusal düzenlemelere bağlı olarak değişen, kişi başına verilmiş olan saatlik hava akış oranıyla tanımlanır. (Örneğin sigara içilmeyen bir odada kişi başına saatte 30 m<sup>3</sup>). Bununla birlikte bir odada bulunan insanların sayısı gün içinde ve günden güne değişiklik gösterir. Havalandırma sistemleri bir timer kontrolüyle veya manuel açma-kapama yoluyla çalıştırılır, ni-

	KARIŞIK GAZ SENSÖRÜ	CO2 SENSÖRÜ
- İşçi (sigara içmiyor)	EVET	EVET
- Sigara içen kişiler	EVET	-----
- Mobilyalar ve diğer kumaşların emisyonları	EVET	-----
- Temizlik malzemesi ve diğer koku kaynakları	EVET	-----
Uygulama Yerleri	Restoran / Kantin	Müze,
Konferans Salonu,	Konser Salonu	Spor Salonu,
		Tiyatro

Şekil 1. Talep esaslı ventilasyon sistemleri (hava kalitesi kontrolü) için uygun değişken referans sensörleri.



Şekil 1. Hava miktarının proje değeri için max. İnsan sayısı esas alınır.

(\*) TTMD III Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknolojisi Sempozyumu Kitabından alınmıştır. (1998)

Proje	Ventilasyon ünitesi	Ventilasyon Sistemi	Referans değişkeni
4 Restoran	2 kademeli ventilasyon; ısı eşanjörü veya run-round coil kullanılarak ısı geri kazanımı	Delikli hava çıkışları. Karışık hava ile ventilasyon	Karışık gaz sensörü
3 Odalı 1 Restoran	Kaynak hava basıncı kontrollü merkezi ventilasyon ünitesi; VAV üniteleri ile hava akış oranı kontrolü. Plaka eşanjörü ile geri kazanımı	Karışık hava ile ventilasyon delikli hava çıkışları	Karışık gaz sensörü
1 Toplantı salonu (büyük)	2 kademeli ventilasyon, plaka eşanjör veya dolaşım havasının karıştırılması	Karışık hava ile ventilasyon delikli hava çıkışları	3 CO <sub>2</sub> sensörü ile 3 karışık gaz sensörü
2 Konferans odası	Kaynak hava basıncı kontrollü merkezi ventilasyon ünitesi VAV üniteleri ile hava akış oranı kontrolü. Plaka eşanjör ile ısı geri kazanımı	Hava değişim ventilasyonu	Karışık gaz sensörü veya CO <sub>2</sub> sensörü veya kombinasyon
1 Spor salonu (duble)	Tek kademe ventilasyon. Dolaşım havasının karıştırılması ile ısı geri kazanımı	Karışık hava ile ventilasyon delikli hava çıkışları	Karışık gaz sensörü

**Çizelge 2.** Talep esaslı ventilasyon sistemlerini müşteri yararına kullandığı sistemler. Uygun ölçüm değerleri 5 dk. aralıklarla kaydedilir ve ring buffera yüklenir. Ölçülen data modem yoluyla yüklenir. Ölçülen bilgiler grafik formda gösterilir ve günlük, haftalık, aylık ve yıllık değerleri gösterir.

tekim bu nedenle gerçekte gerekli olandan çok daha fazla dış hava verilir. Bu, geleneksel yaklaşımla karşılaştırıldığında, gerektiği kadar hava yenilemesini sürekli olarak sağlayacak bir hava akışıyla konfor şartlarında hissedilir bir azalmaya meydan vermeksizin enerji tüketiminde %20 ile %50 arasında azalma sağlanabilir (1).

- Kısmi yerleşimli odalarda gereksiz enerji kaybından sakınmak için dış hava akış oranı ihtiyaç duyulan gerçek değere göre ayarlanabilmeli.
- İç ortamın hava kalitesinin sürekli ölçülmesi için karışık gaz ve CO<sub>2</sub> sensörleri kullanılır.
- Doluluk oranı kararsız olan alanlar, restoranlar, konferans salonları, spor salonları, sinema, tiyatro vb. ayrı ventilasyon veya havalandırma sistemi olan alanlar doğru uygulama yerleridir.

### İç Hava Kalitesi Ölçüm Sensörleri

Şu anda iç hava kalitesi ölçümü için iki tip sensör bulunmaktadır. "karışık gaz" ve "CO<sub>2</sub>"

sensörleri (Çizelge-1)

- Karışık gaz sensörleri iç havadaki yanabilir gaz ve buharları (kötü kokular, tütün dumanı, mobilya ve kumaş emisyonları) ölçer. Göreceli olarak ucuz olduklarından, bu sensörler hava akış oranları 1000 m<sup>3</sup>/h ve daha fazla olan sistemler için uygundur. Restoran, konferans salonları ve spor salonları da kullanım için idealdirler.
- CO<sub>2</sub> sensörleri odadaki insan sayısının göstergesi olan karbondioksit oranını ölçerler. Diğer kokular (tütün dumanı, mobilya ve kumaş emisyonları vs.) sadece karışık gaz sensörleri ile ölçülür. CO<sub>2</sub> sensörleri karışık gaz sensörlerine göre daha pahalıdır ve 5000 m<sup>3</sup>/h hava akışı oranı olan sistemler için uygundur. Tiyatrolar, konser salonları gibi sigara içilmesi yasak olan yerler ideal uygulamalardır.

### Talep Esaslı Ventilasyon Sistemi Nasıl Çalışır?

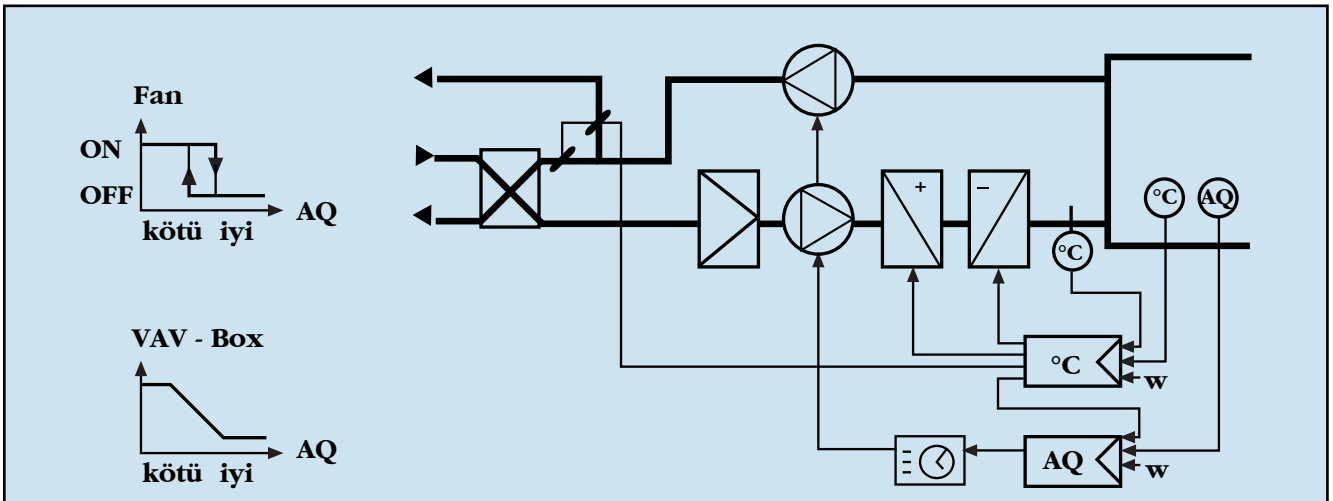
İç hava kalitesi karışık gaz sensörü ve/veya CO<sub>2</sub> sensörü ile sürekli ölçülür ve bir set

değer ile karşılaştırılır. Eğer hava yenileme ihtiyacı değişirse (odadaki insan sayısının değişmesi veya sigara içilmesi vb), gönderilen dış hava gerçek ihtiyaca göre aşağıdaki şekillerde ayarlanır.

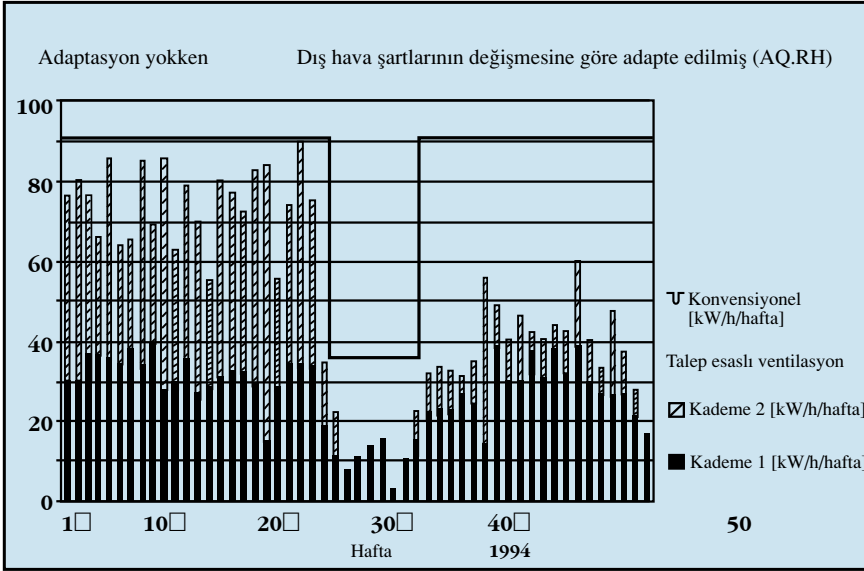
- Fan kademelerini açıp, kapayarak (Kapalı, 1.Kademe, 2.Kademe – her kademe sabit akış oranı)
- Bir transformatör yardımıyla fanın hızını değiştirerek hava akışının %100'den minimum ayarlanması yoluyla,
- Bir VAV ünitesi vasıtasıyla odalara kısmi hava akış oranının %100'den minimuma ayarlanması yoluyla,

Talep esaslı havalandırma veya hava şartlandırma sistemi, sadece sıcaklık dış hava şartlarıyla aynı düzeye geldiğinde (talebe göre ısıtma veya soğutma) veya hava kalitesi bozulduğunda çalışır (Resim-2).

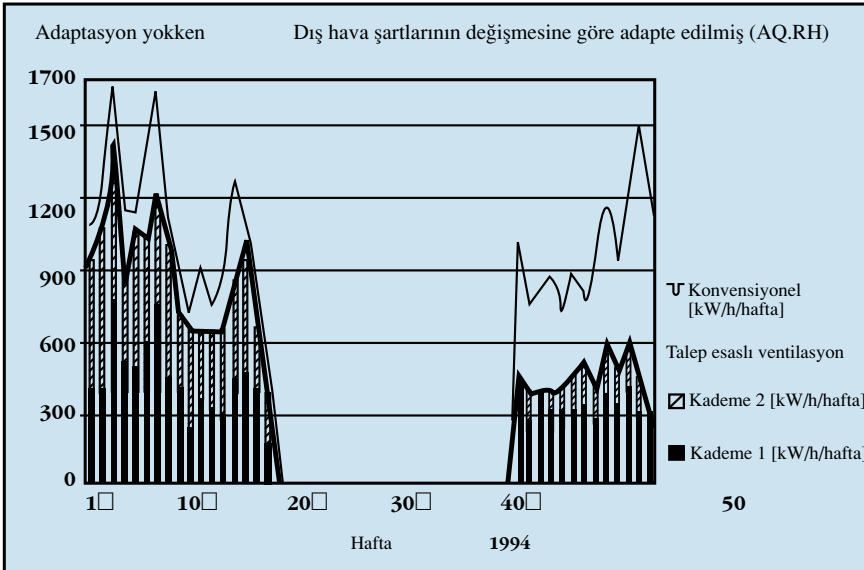
Şayet hava, Isıtma ve/veya soğutma için kullanılırsa yalnızca bir zaman saatinin kullanılması gerekli olabilir. Bu yolla gece



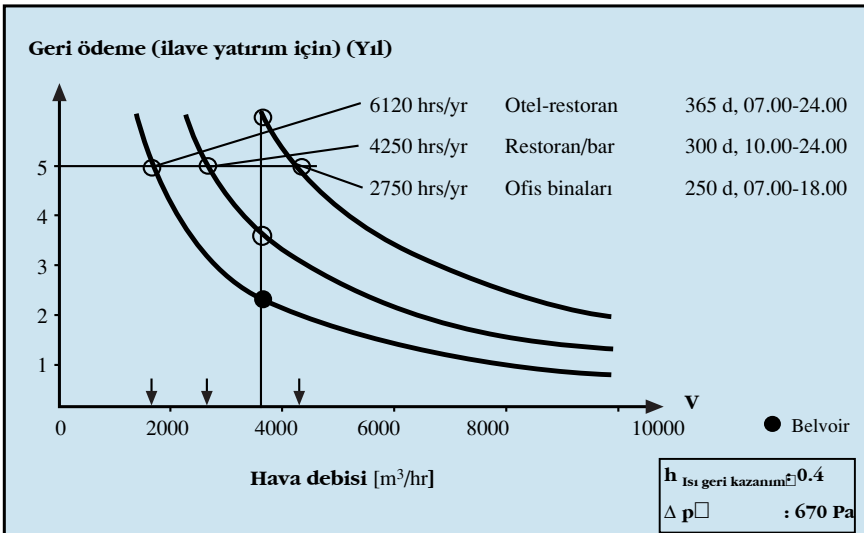
Şekil 2. Isıtma ve soğutmalı talep esaslı havalandırma



Şekil 3. Fanların haftalık elektronik tüketimi



Şekil 4. Haftalık enerji tüketim eğrileri 1994 yılında ısıtma coilleri için



Şekil 5. İlave yatırım maliyeti geri ödemesinde işletme saatlerinin ve hava debisinin etkisi, 2000 m³/h'den daha büyük hava debilerinde bir restoranda geri ödeme süreci enerji sarfiyatının azalmasından dolayı 5 yıldan daha azdır. (Belvoir'deki uygulamada 2.5 yıldan daha azdır)

ve hafta sonları gibi binanın normal mesai saatleri dışında gereksiz kullanımı önlenir.

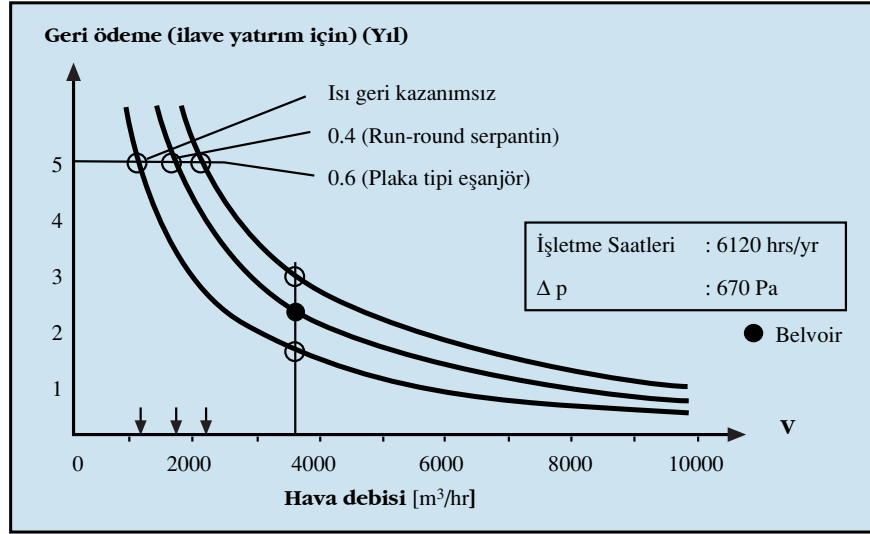
- Sistem bir zamanlama anahtarıyla yeterli hale getirilir (Sadece havalandırma için gerek yok).
- O anki hava kalitesine bakmaksızın, bir ısıtma veya soğutma talebine karşılık sistemi çalıştırır.
- Oda sıcaklığı saptanan toleranslar dahilindeyken hava akışı oranı bir hava kalitesi sensörüyle saptanır.
- Sistem ya bir aç /kapa metoduyla veya değişken hava debisiyle çalıştırılır.
- Sistemde bir sabah temizleme tavsiye edilir. (Kuvvetli bir havalandırmayla önceki hava temizlenir).

Talep esaslı havalandırmanın yeni yapılacak sistemlerle sınırlandırılacağı kabul edilmelidir. Herhangi bir mevcut havalandırma ve klima sisteminin, talep esaslı havalandırma sistemine dönüştürülmesi için; mevcut sistemdeki sıcaklık, nem gibi analog veya dijital kontrollara ilave olarak, hava kalitesi kontrol devresi eklenebilir. Mevcut binalarda talep esaslı havalandırma sisteminden müşterinin beklentilerinin karşılanabilmesi için sahada bazı testlerin yapılması gereklidir. Bu testler vasıtasıyla ölçülmüş olan en önemli değişkenler 5 dk. aralıklarla kaydedilenlerdir. Elde edilen bilgiler bir yönetim sisteminde, geri dönüşüm şebekesinde depolanır ve modem vasıtasıyla bilgisayara transfer edilir. Bilgisayar bilgileri bir grafik halinde günlük, haftalık aylık ve yıllık değerler olarak gösterir.

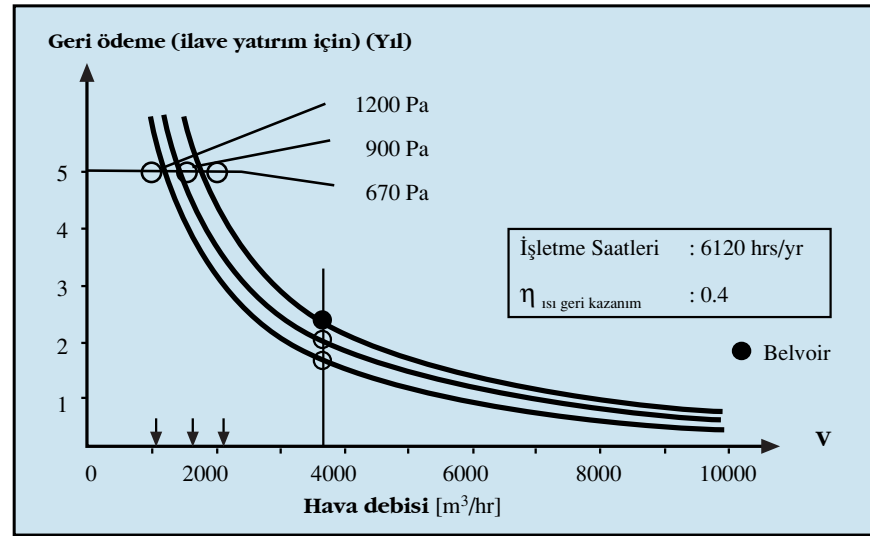
#### Müşteri Avantajlarını Belirlemek için Yapılan Saha Çalışmasının Arka Planı

Burada amaç talep esaslı sistemin müşteri açısından avantajlarını bir örnekle tartışmak ve belirlemektir. Ölçümler 1994 başlangıcından itibaren Zürih yakınındaki bir konferans merkezinde kaydedilmiştir. 60 – 70 kişilik restoran iki kademeli konvansiyonel kısmi klima sistemi ile mekanik ventilasyonludur ve yazın gerektiğinde soğutulur. Otel müşterileri için kahvaltı restoranda servis edilir. Bu restoran konferansların sabah ve akşamüstü çay molaları için de kullanılır. Restoran öğlen yemeği zamanında, akşamları gece yarısına kadar nadir olarak da daha geç saatlere kadar doludur. Gün içinde ve günden güne restorandan faydalanan kişi sayısı önemli ölçüde değişmektedir. "Belvoir Bar"i da aynı ventilasyon sistemini kullanmaktadır.

Bar normal olarak 17.00'ye kadar kapalıdır ve gece yarısı veya daha geç saatlere kadar doludur. Talep esaslı ventilasyona dönüşümden önce sistem her sabah mutfaktaki bir



**Şekil 6.** Isı geri kazanım tipi ve hava akış oranının ek yatırım maliyetinin geri ödenmesine etkisi. Pek çok durumda, kurulmuş olan ventilasyon sisteminin talep esaslı ventilasyon sistemine çevrilmesi işi geri kazanım sistemi kurulması kadar enerji tasarrufu sağlar. Buna rağmen talep esaslı ventilasyon sisteminin maliyeti çok daha düşüktür.



**Şekil 7.** Fanlardaki basınç kaybı ve hava akış oranını ek yatırım maliyetinin geri ödemesine etkisi 2 kademeli sistemler toplam işletme zamanını büyük bir kısmında 1. Kademede çalıştıkları için basınç kaybının ekonomik verimlilik üzerindeki etkisi ibmal edilebilir.

panelden manuel olarak bir garson işe geldiği zaman açılmakta ve geceleri kapatılmakta idi. Fanlarda bir kademedan diğerine aynı panelden manuel olarak geçiriliyordu. Burada ikinci kademenin bir defa çalıştırıldıktan sonra bir şikayet gelmediği sürece akşama kadar açık kaldığı varsayılabilir.

### Belvoir'deki Talep Esaslı Ventilasyon Sisteminin Müşteriye Faydaları

Şekil 3. Fanların 1994 yılındaki haftalık elektrik tüketimini göstermektedir. Talep esaslı ventilasyon sisteminin ölçülmüş olan tüketimi elle işletilen, konvansiyonel bir sistemin tahmini tüketimi ile karşılaştırılmıştır. Grafik aynı zamanda dış hava kalitesinin enerji tüketimi ve işletme masrafları üzerindeki etkisini dikkate almak

üzere düzenlenen kompanzasyon algoritmasının etkisini de göstermektedir. Değişken referansı olarak karışım gaz sensörleri kullanıldığında bu tip bir kompanzasyon gereklidir. Çünkü bu sensörler yalnızca oda içindeki koku kaynaklarına değil, aynı zamanda dış hava kalitesi (trafikten etkilenme vs.) ve değişken nem oranına da tepki gösterirler. Adaptasyon, kontrol ünitesindeki gelişmiş algoritma tarafından yapıldığı için ilave sensörler gerekmez.

Yazın sıcak havalarda teras bakan kapı ve pencereler mümkün mertebe açılır, mekanik ventilasyon sadece pencere ve kapıları açılmayan bar'da gereklidir. Şekil 3'te görüldüğü üzere talep esaslı sistem konvansiyonel bir sistemle kıyaslandığında dikkat çekici

miktarda enerji tasarrufu sağlayabilir. Hepsinden önemlisi dış hava kalitesinin kompanse edilmesi yüksek enerji harcayan 2.kademe fanının çalışmasını engeller. 1.kademe fanı ile yapılan temel ventilasyon fazla değişmez. Saha testleri seçilmiş kontrol ünitesi ayarları ile hava kalitesinin önemli miktarda bozulmadığını göstermektedir.

Haftalık enerji tüketim eğrileri 1994 yılında 1. ve 2. kademe fanlar için;

- Ölçülen tüketim, manuel olarak kumanda edilen konvansiyonel bir sistemin tahmini tüketimi ile mukayese edilmiştir.
- Sıcak havalarda teras bakan kapı ve pencereleri açıldığı için, mekanik ventilasyon kapı ve pencereleri açılmayan

barda gereklidir. Kontrol ünitesindeki gelişmiş algoritma müşteriye önemli ölçüde fayda sağlar.

Şekil 4 ısıtma enerji tüketimini gösterir. Burada da talep esaslı ventilasyon önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlar. Glikollü run-round coil, atık havadan ısı elde edilmesinde kullanılır.

#### **Ek Kapital Yatırımında Geri Ödemeyi Etkileyen Kriterin Hassasiyeti**

Şu anda değerlendirilmesi gereken enerji tüketimindeki bu tasarrufun konvansiyonel mekanik ventilasyon sisteminin, talep esaslı sisteme çevrilmesi için yapılması gerekli ek maliyeti verimli bir şekilde karşılayıp karşılamayacağıdır. Değişik parametrelerin etkisini belirlemek için ölçülen değerler üzerinde bir hassasiyet analizi yapılmıştır. Şekil 5-7 geri ödeme süresini etkileyen ana faktörlerden bazılarını gösterir.

Geri ödeme süresini etkileyen en önemli faktör, sistemin hava akış oranıdır. (Şekil-5). Sistem boyutları büyüdükçe, geri ödeme süresi üstel fonksiyon olarak azalır. Ama işletme saatleri de aynı oranda etkilidir. Bir otel restoranını günde 17 saat havalandıran bir sistemin geri ödeme periyodu hava akış oranı 1500 m<sup>3</sup>/h kadar düşük olsa bile 5 senenin altındadır. Hava akış oranları 10.000 m<sup>3</sup>/h'ı geçen sistemlerde geri ödeme süresini sağlamak için daha yüksek hava akış oranları gereklidir. Bu istatistiklerin sadece soğutma yapılamayan durumlarda geçerli olduğuna dikkat edilmelidir.

Soğutma maliyeti, ısıtmadan çok daha yüksek olduğu için talep esaslı sistemler ile bu alanda çok daha yüksek tasarruflar sağlanabilir. Bu sebepten grafiklerde soğutma sistemlerinin geri ödeme periyodu daha kısa işaretlenmiştir ve küçük sistemlerde de faydalı tasarruflar sağlanabilir. Soğutma sistemlerinde gerçek

tasarruf oranı ise sadece saha testleri ile belirlenebilir.

#### **Elle Tutulamayan Faydalar**

Talep esaslı ventilasyon sistemleri kullanıldıkları sisteme göre elle tutulamayan faydalar sunar. Örneğin, restoranlarda görevli personel artık ventilasyon sistemi ile ilgilenmez. Hava akış oranı, gerçek hava yenilenme ihtiyacına göre oda havası veya dönüş havası kalite ölçümleriyle otomatik olarak ayarlanır. Mesai bitiminde, açığa çıkan ve mobilyalar tarafından emilen kokuların tahliyesi için sistem otomatik olarak çalışmaya başlar. Isıtma veya soğutma periyotları dışında, kapı veya pencere açıldığında sistem otomatik olarak kapanır.

#### **REFERANSLAR**

1. S, Meier, Demand based ventilation-huge untapped energy – saving potential Heizung Lüftung Klima HLH, No.9 1994, p.459 –465 English: Staefa in-house publication.

# Adsorbsiyonlu Su Filtreleri ve İyon Değişirici Reçineli Su Yumuşatıcıların Tasarım ve Seçim Kriterleri

Hüseyin Hamdi Akdoğan; Mak. Müh.  
Aclan Karaman; Kimya Müh.

## ÖZET

Tasarım ve uygulamada filtre ve yumuşatıcıların gerçekçi bir şekilde seçilebilmesi için temel bilimsel kuralların bilinmesi gereklidir. Aksi takdirde, yanlış boyutlandırılmış ve imal edilmiş cihazların tercihi riski vardır. Bu yazıda, öncelikle filtrasyon ve yumuşatma proseslerinin temel prensipleri açıklanmakta, daha sonra ise optimum tasarım değerleri verilmektedir.

## Choosing Criterias of Water Softeners and Filters

### ABSTRACT

The basic scientific rules should be known for correct device choosing. Otherwise, inaccurately "sized" and "designed" devices may be purchased. In this article, filtration and softening process is being explained firstly and then the optimum values are being given.

### 1. Giriş

Bu çalışmada filtre ve yumuşatıcı sistemi seçimi yapacak olan tesisat mühendisinin bilmesinde yarar olan kriterler incelenmiştir. Tesisat mühendisi tasarım ve uygulamada sistem seçimini objektif kriterlere göre değerlendiremediği zaman aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır:

İşletme yanlış alım yapar ;

- Cihazlar ihtiyacı karşılayamaz.
- İşletme giderleri (tuz, reçine, drenaja atılan geri yıkama suyu vs.) artar.
- İlk yatırım maliyeti yükselir.

Konuya başlarken öncelikle filtrasyon ve yumuşatma hakkında temel konular anlatılacak, daha sonra bunların ışığında, sistem seçiminde kullanılması gereken kriterler sıralanacaktır.

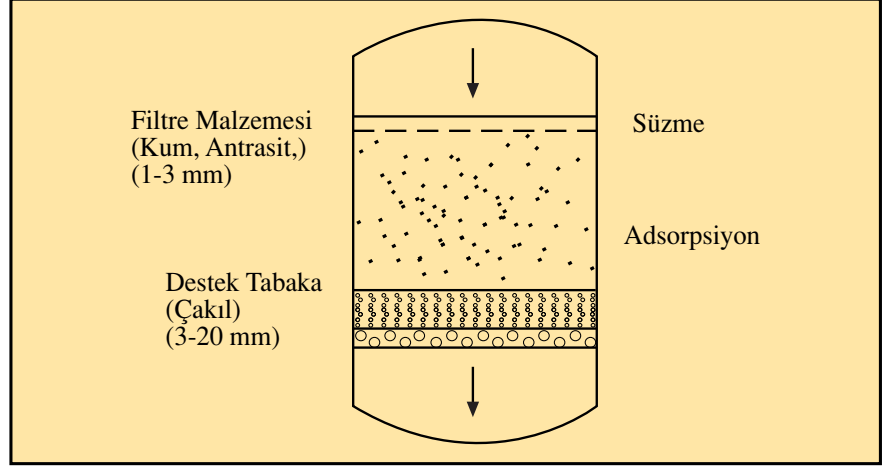
### 2. Filtrasyon Mekanizması

Öncelikle devamlı sorulan bir soruyu cevaplandırılm:

Görünüşü berrak olan bir su da filtrelenmeli midir?

- Evet!

Su bulanık ise, filtrasyon ihtiyacı açıktır. Halbuki berrak suda kristal yapıda, koloidal



Şekil 1. Filtre Yapısı

silika bulunur. Bu silika gözle görülmeyecek boyuttur. Özellikle tesisatta yumuşatıcı varsa filtrasyonun önemi artar. Çünkü silika, reçine granüllerinin yüzeyini kaplar ve geçirgenliği azaltır, rejenerantın reçineye nüfuz etmesine engel olur.

### 2.1 Filtre Nasıl Çalışır?

Filtre yapısı Şekil 1'de görülmektedir.

Filtrasyon aşamaları aşağıdadır;

- 1-Süzme
- 2- Adsorpsiyon

Filtrenin suyla temas eden ilk 3-5 cm'lik kısmında süzme aşaması gerçekleşir. Bu kısımdan sonra ise adsorpsiyon işlevi ağırlık kazanır. Filtre granüllerinin Van-der-Walls kuvvetleri sıvı içerisindeki partikülleri çeker. Suyun Van-der-Walls kuvveti ise daha zayıftır. (Su molekülleri katılarınkine göre birbirlerinden çok uzaktır.) Dolayısıyla partiküller bu çekime itaat eder ve filtre granüllerinin yüzeyine yapışırlar.

### 2.2 Filtre Yatak Hızı

Su tesisatlarındaki akış hızının genellikle 1,5 metre/saniye(5000-7000 metre/saat) civarında olması istenir. Filtrede ise bu hız 10-20 metre/saat'e düşürülür. Filtrede adsorpsiyon işlevi oluşabilmesi ancak bu çok yavaş geçiş hızı sayesinde mümkün olur. Yatak geçiş hızı 20 metre/saat'in üzerine çıktığında ise:

- 1-Filtrenin adsorpsiyon işlevi kaybolur.

Sadece süzme işlevi devam eder.

2-Filtredeki basınç kaybı artar.

Normal yatak hızında filtredeki basınç kaybı 0,2-0,5 atü civarında olmalıdır.

Yatak geçiş hızının formülü aşağıdadır;

$$\square \text{ Debi (m}^3\text{/saat)}$$

$$\text{Yatak Geçiş Hızı} = \frac{\text{Debi (m}^3\text{/saat)}}{\text{Yatak Kesit Alanı (m}^2\text{)}}$$

### 3. Yumuşatma Mekanizması

Suyun içinde bulunan Ca++ ve Mg++ iyonları sertliğe sebep olur. Bu iyonların sudan uzaklaştırılması ile su yumuşatılır. Yumuşatıcıda oluşan iyonik reaksiyonlar Şekil 2'de verilmiştir.

### 3.1 Reçine Miktarı Tesbiti

Yumuşatıcılarda kuvvetli asit-kasyon reçine kullanılır. Bu tip reçineler %8 DVB (divinil benzen) içerirler. Piyasada genellikle bu tip reçineler kullanılır ve işletme koşullarında sertlik tutma kapasiteleri 5000 °Fr./1 litre reçine'dir.

Gerekli reçine miktarını belirleyebilmek için kullanılan formül aşağıdadır;

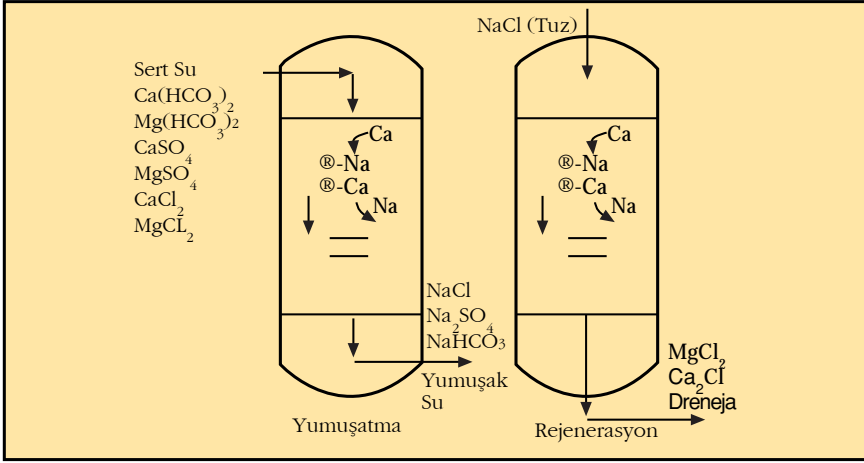
$V_R$  : Gerekli reçine miktarı (litre)

$S$  : Suyun sertliği (°Fr/ 1 litre su)

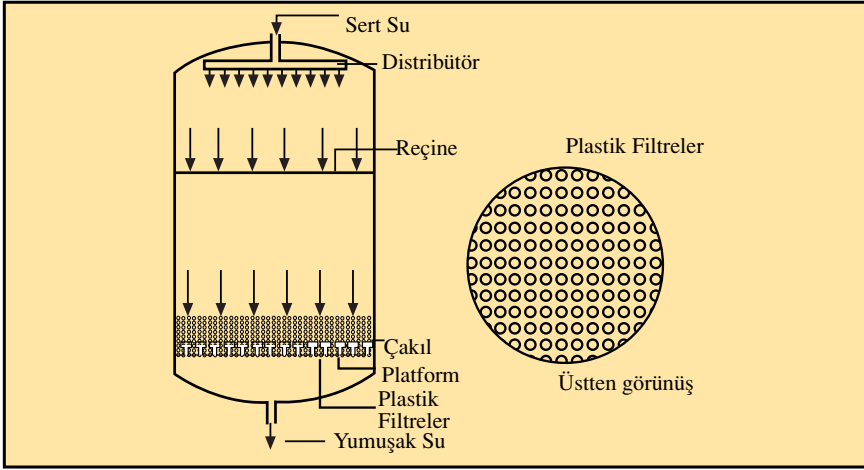
$Q$  : Cihazdan geçecek su debisi (litre/saat)

$T$  : İki rejenerasyon arası süre (saat)

$K$  : Reçinenin sertlik tutma kapasitesi (°Fr/1 litre reçine)



Şekil 2. Yumuşatıcıda oluşan iyonik reaksiyonlar



Şekil 3. Tank içi konstrüksiyon

$$V_R = \frac{S \times Q \times T}{K}$$

Üstteki formülde S ve Q işletmenin bildireceği değerlerdir. K değeri kullanılacak reçine markasına göre değişmekle birlikte genel olarak 5000 °Fr/ 1 litre reçine alınabilir.

### 3.2 Reçine Yatak Yüksekliği

100-140 cm arasında reçine yatak yüksekliği optimum şartları sağlar. Genellikle 100 cm yatak yüksekliği kullanılır. Reçine yatak yüksekliğinin minimum %50'si kadar kabarma payı bırakılması ters yıkama verimini arttıracaktır. Buna bağlı olarak rejenerasyon verimi ve işletme verimi artacaktır.

### 3.3 İki Rejenerasyon Arası Sürenin Tesbiti

Son yıllarda yumuşatıcılara otomasyonun uygulanması ile gerekli işgücü ihtiyacı minimuma indirilmiştir. Rejenerasyon sırasında işgücü ihtiyacının olmaması dolayısıyla "çok sık rejenerasyon yaptırıla-

bileceği" gibi yanlış fakat yaygın bir kanı vardır. Halbuki iki rejenerasyon arası sürenin belirlenmesinde etkili olan faktörler aşağıdadır;

- Sertlik
- Debi
- Reçine yatak yüksekliği
- Yatak su geçiş hızı
- İlk yatırım maliyeti
- Su maliyeti

Yukarıdaki faktörler birlikte değerlendirildiğinde iki rejenerasyon arası süre genellikle 8 saat civarında çıkmaktadır.

### 3.4 Rejenerasyonda Su ve Tuz Tüketimi

Reçinenin bünyesinde tutulan Ca++ ve Mg++ iyonlarının alınarak yerine yeniden Na+ iyonu koyulabilmesi için reçine tuzlu su ile yıkanır. Bu amaçla kullanılması gereken Na+'nın ekivalent gram olarak miktarı, reçinenin sökülecek olan Ca++ ve Mg++ tuzlarının toplam ekivalent gram ağırlığına eşittir. Pratikte çeşitli faktörlerin etkisiyle

bu rakam 120-240gr tuz / 1 litre reçine arasında değişir. Tuzun sudaki çözünürlüğü ise, maksimum 250 gr tuz / 1 litre sudur. Bu değer de pratikte 200 olarak kabul edilir. Reçinenin rejenerasyon işlemi öncesinde geri yıkama, sonrasında ise durulama yapılır. Bu işlemler sırasında su kullanılır. Geri yıkama, rejenerasyon ve hızlı durulamalarda kullanılan toplam su miktarı minimum olarak reçine hacminin 10 katıdır.

### 4. Tank Malzemeleri

Yumuşatıcı ve filtre tankları başlıca iki tip malzemeden üretilir;

- 1- Sac (Düşük karbonlu çelik)
- 2- Polyester

#### 4.1 Sac Tanklar :

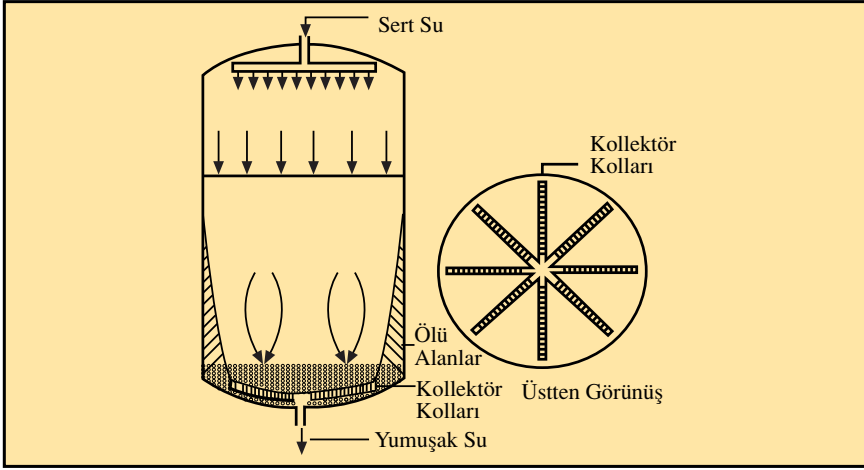
Özellikle büyük sistemlerde kullanılır. Sac tanklar için çeşitli kaplama metodları vardır. En çok kullanılanlar sıcak daldırma galvanizleme veya boya ve benzeri gibi sentetik malzemelerle kaplamalıdır. Kaplama ömrünün uzun olması için yüzey hazırlama en önemli faktördür.

#### 4.2 Sıcak Daldırma Galvanizleme:

Metal önce asit banyosuna daldırılır. Burada metal yüzeyi tamamen açığa çıkar. Daha sonra sıcak ergimiş çinko içine daldırılarak metalin çinko ile eşit sıcaklığa gelmesi beklenir. Böylece metalin her noktası ergimiş çinko ile temastadır. Banyodan çıkarılan metal yavaş yavaş soğudukça homojen kalınlıkta çinko yüzeyde kristallenir. Bu sistemde, yüzey hazırlama işlemi basittir ve kesin etkilidir. Dolayısıyla ideal şartlarda kaplama sağlanır. Kaplama yüzeyinde herhangi bir çatlak oluşursa, sulu fazda elektro kimyasal pil reaksiyonu sayesinde açığa çıkan metal yüzey kendiliğinden çinko ile kaplanır. Yani yüzey kendi kendini tamir eder.

#### 4.3 Sentetik Madde İle Kaplama:

Kaplamanın metal yüzeyi ile üniform hale gelebilmesi için, yüzey hazırlığı teorik boyutta (ideal şartlarda) olmalıdır. Bu tür kaplamada yüzey hazırlığı, fiziksel işlemlerle (kumlama ile) yapılır. Konstrüksiyonlardaki bağlantı yerleri, köşe noktalar gereğince hazırlanamazsa, kaplama bu noktalarda metal ile istendiği gibi bağlantı kuramaz. Kaplama malzemesindeki mikron boyutundaki çatlaklar sulu ortamda korozyonun bu noktalarda yoğunlaşmasına ve



Şekil 4. Polyester tanklar

metal ile kaplama arasında hızla ilerlemesine neden olur. Oluşan pas (demir oksit) sudaki oksijenin katalizörlüğünde demir ile farklı metal gibi hareket ederek pil korozyonunu hızlandırır.

Yumuşatıcı, kum filtresi ve antrasit filtrelerin tankları galvaniz kaplamalı olabilir. Aktif karbon filtre tankı ise epoksi kaplamalı sac veya paslanmaz çelik olmalıdır. Çünkü, aktif karbon'da tutulacak serbest klor suyun hidrojeni ile birleşerek HCl oluşturur. Bu asit ise metaller için koroziftir. Polyester tanklar ise genellikle 150-200 litreye kadar reçine veya filtre malzemesi için tercih edilir. Polyester tankların kullanımı için en büyük çekince su koçu darbesi (water hammer) ihtimalidir. Tesisattaki vana ve çek valflerin kapanmaları su koçuna sebep olur, bu sırada basınç normal değerinin üç katına çıkabilir. Tesisatta oluşacak vakum da polyester tank için tehlikelidir. Polyester tanklar çelikler kadar dayanıklı değildir.

#### 4.4 Tank İçi Konstrüksiyon

Reçine veya filtre tankının içinde ham suyu dağıtmak üzere tepede distribütör, yumuşatılmış veya filtrelenmiş suyu toplamak için ise altta kollektör veya filtrel platform sistemi kullanılır. Filtrel platform sistemi suyun toplanması açısından en iyi sistemdir. Reçine veya filtre malzemesi içinde suyun üniform şekilde dağılmasını sağlar. Ölü hacimler minimumdur (Şekil 3).

Kollektörlü / borulu sistem ise genellikle polyester tanklarda ve küçük hacimler için kullanılır. Kollektörlü sistemde su kollektör kollarına ulaşmak için en kolay yol

kullanılacak, bu şekilde reçine veya filtre malzemesi içinde akış kanalları oluşacaktır. Ölü hacimler artacaktır. Ayrıca, kollektör boruları genellikle plastikten yapılırlar. Su koçu darbelerinde bunların dayanıklılıkları da riskli olacaktır (Şekil 4).

### 5. Tasarım Kriterleri

#### 5.1 Filtreler:

- Yatak geçiş hızı 20 metre/saat'i aşmamalıdır.

#### 5.2 Yumuşatıcılar:

- Reçine yatak yüksekliği minimum 100 cm maksimum 140 cm olmalıdır.
- Tuz kaybı ortalama 5-10 rejenerasyonluk tuzu depolayabilecek büyüklükte olmalıdır.

#### 5.3 Genel:

- Cihazların giriş/çıkış boru çapları seçilen debiye uygun olmalıdır.
- Tank boyutları, yatak yüksekliği, kabarma payı dikkate alınarak seçilmelidir.
- Tankların et kalınlıkları TS 1911'e uygun olmalıdır.
- Tank kaplamaları Aktif Karbon Filtre haricinde sıcak daldırma galvaniz ve TS 914'e göre olmalıdır. Aktif karbon filtre epoksi boyalı veya paslanmaz çelik olmalıdır.
- Menholler yeterli sayıda ve insan girişi için uygun çapta olmalıdır.
- Ünite içi armatürler kolayca sökülüp takılabilecek şekilde olmalıdır.
- Ünite içi armatürler mümkün olduğunca ikamesi kolay ve Türk Standartlarına uygun olmalıdır.
- Tank içi su toplama sistemi mantar filtrel

platform şeklinde olmalıdır.

### 5.4 İşletme Şartları

- İşletme cihaz için gerekli su basıncını sağlayabilmelidir.
- Montaj yerinin uygunluğu ve montaj yerine taşıma imkanları kontrol edilmelidir.
- Drenaj kanalı çapının atık su debisine uygunluğu kontrol edilmelidir. Yumuşatıcıdan atık su olarak tuzlu su çıkacağı unutulmamalıdır.

### 6. Kısa Notlar

- Sosyal amaçlı kullanım suyu için UV kullanımı yanlıştır. Klorlama en uygun işlemdir.
- TDS değeri yaklaşık 2000 ppm'in üzerinde olan sularda Reverse Osmosis kullanılmamalıdır.
- Suda nitrit varsa, klorlanarak nitrat'a çevirilip, nitrat tutucu reçineden geçirilebilir.
- Suda amonyak varsa bu su kullanılmamalıdır.
- Aktif karbon sudaki aktif kloru tutar ve kendisinden sonraki tesisatı bakteri üremesi için korumasız hale getirir.
- Elek tipi filtreler çok çabuk tıkanır. Çok sık geri yıkama yapılması gerekir.
- Mümkünse su sabit debide geçişle filtre ve yumuşatıcıdan geçirilerek ikinci bir tanka depolanmalıdır.

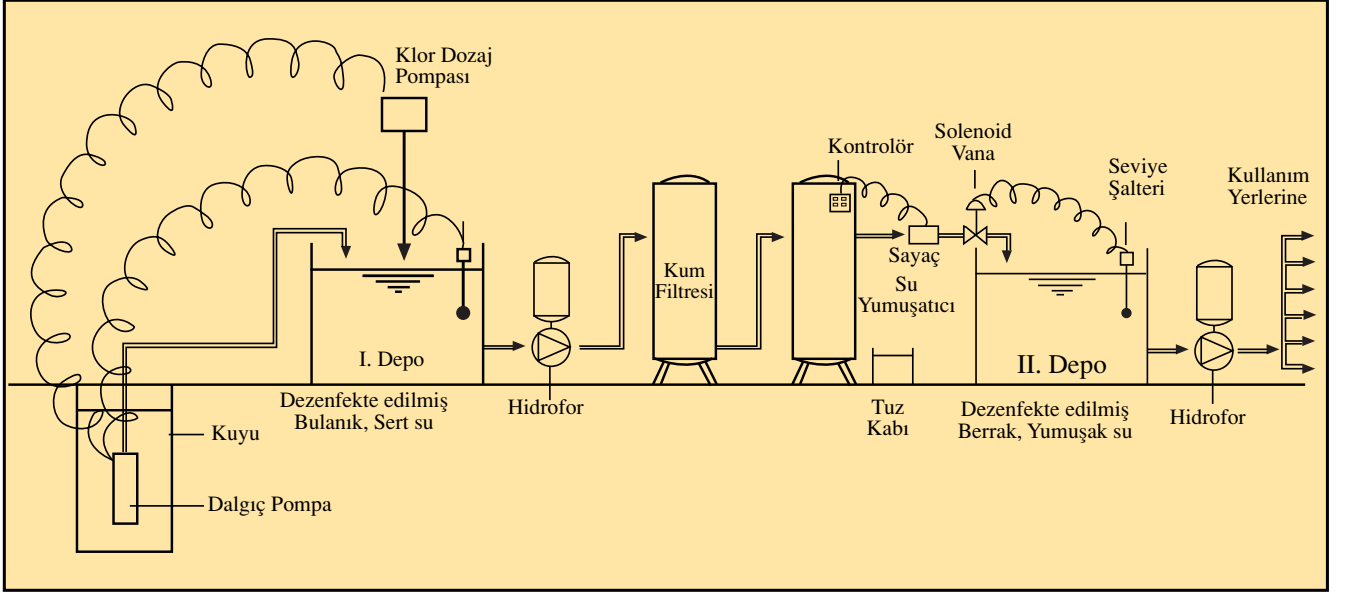
### 7. Sonuç

Su filtrelerinin ve su yumuşatıcılarının performanslarının yeterli olup olmadığı ve yetersizse vereceği zararlar uzun vadede ortaya çıkar. Bu cihazlar seçilirken üretici firmanın ürünün performansı ile ilgili olarak beyan ettiği değerler müşteri tarafından iyi irdelenmelidir. Bu irdeleme yapılırken genel kabul gören kurallara uygunluk temel alınmalıdır.

### REFERANSLAR

- Nalco Water Handbook - Second Edition - 1988
- Osmonics Water Handbook - 1997
- İçme ve kullanma suları, TS 266, Nisan 1997
- Su filtreleri, TS 737, Nisan 1969
- Tank standardı, TS 1911, Mart 1989





Şekil 5. Genel su bazırlama sistemi

#### **Hüseyin Hamdi Akdoğan**

1965'te Ankara'da doğdu. 1988 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1990-92 yılları arasında Giriş Makina Fabrikasında İç Ticaret sorumlusu olarak çalıştı, 1992-94 yılları arasında İnoksan A.Ş. Ankara Taahhüt Müdürlüğü'nde Satış Mühendisi olarak, 1994 yılından bu yana da Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ş.'de çalışmaktadır. Alarko Carrier'da Soğuk Depo Sorumlusu olarak 5 yıl çalıştıktan sonra balen Jeneratör ve Su Birimleri Departmanı'nda Jeneratör ve Su Arıtma Ürün Satış Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

#### **Aclan Karaman**

1962 Balıkesir doğumludur. 1982 yılında İTÜ Kimya fakültesini, 1983 yılında İÜ İşletme İktisadi Enstitüsünü bitirmiştir. 1991 yılından bu yana Alarko Carrier San. Ve Tic. A.Ş.'de çalışmakta olup balen Su Arıtım Sistemleri Ürün Müdürlüğü görevinde bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

# İç Ortam Hava Kalitesinin Sağlanmasına Yönelik ASHRAE Araştırması (\*)

James E. Wolf, MBA, B.sc

## ÖZET

İç ortam hava kalitesi, günümüzde dünya genelinde HVAC endüstrisinin üzerinde çalıştığı en önemli konulardan biridir. İç ortam hava kalitesi, binanın başarısını etkilemesi nedeniyle, büyük önem taşımaktadır. Binanın tasarımı, inşaatı, işletimi ve bakımı gibi farklı evreleri, iç ortam hava kalitesini etkilemektedir. Bildiride, iç ortam hava kalitesi konusu incelenmekte, kullanıcılar üzerindeki etkisi ve önemi ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)'nin konuya yönelik araştırmalar, geliştirilen standartlar, özellikle yeni yayınlanan ASHRAE Standart 62-1999 ve binalarda kabul edilebilir hava kalitesinin sağlanması açısından oynadığı rol açıklanmaktadır.

## ASHRAE's Quest for Acceptable Indoor Air quality

### ABSTRACT

One of the most important issues facing the worldwide HVAC industry is indoor air quality. This is an especially important issue because the quality of indoor air defines a building's success. From design and construction to operation and maintenance, every phase of a building affects the quality of indoor air. This paper explores the indoor air quality issue, its effect on building occupants, and why it is an important issue. It also illustrates the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) role in conducting research, and developing standards, especially the newly published ASHRAE Standart 62-1999, in helping to ensure acceptable air quality in buildings.

### 1. Giriş

İç ortam hava kalitesi (İOHK), günümüzde dünya genelinde HVAC endüstrisinin üzerinde çalıştığı, en önemli konulardan biridir. İç ortam hava kalitesi, binanın kalitesini etkilemesi nedeniyle, büyük önem taşımaktadır. Binanın tasarımı, inşaatı, işletimi ve bakımı gibi farklı evreleri, iç ortam hava kalitesini etkilemektedir. Çalışmada iç ortam hava kalitesi konusuna değinilecek, önemi ve kullanıcılar üzerindeki etkisi açıklanacak, ASHRAE'nin konuya yönelik araştırmalar yapılması, yeni yayınlanan ASHRAE

Standart 62-1999 gibi, standartların geliştirilmesi ile binalarda kabul edilebilir hava kalitesi sınırlarının gerçekleştirilmesinde oynadığı rol anlatılacaktır. Geçmişte hava kalitesine ait araştırma ve denetlemeye yönelik çabalar, dış çevre ve endüstriyel çalışma alanlarına yoğunlaşmış, son 30 yıldır yapılan çalışmalarla dış çevre hava kalitesinin artırılarak, daha temiz hava sağlanması hedeflenmiş, iç mekan havalandırmasına uygun hale getirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Aynı dönemde binaların özellikleri değişim göstermiştir. Enerji korunumuna yönelik olarak, binanın sızdırmazlık düzeyi artırılmış, havalandırma oranı azaltılmış, iç ortam konforunu etkileyen yeni kirletici maddeler ortaya çıkmış ve fark edilmiştir. Tüm bu faktörler, çoğu kişinin günün büyük bir kısmını geçirdiği içi mekanlarda, havada bulunan zehirli maddelerin artışına, hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır.

### 2. ASHRAE Standart 62 İOHK ve Kullanıcı Sağlığı Arasındaki Etkileşimin Tanımlanması

ASHRAE ve daha önceki kuruluşlar, iç ortam hava kalitesi konusunda profesyonel anlamda 105 yıldan fazla geçmişe sahiptir. Havalandırma, bu süre zarfında temel ilgi alanı olmuştur.

1973'de ASHRAE Standart 62-1973, kullanıcı sağlığının, konforunun ve güvenliğinin sağlanması için, yeterli havalandırma düzeyine yönelik bilgi içermektedir (1). Bir başka deyişle, orijinal metinde belirtildiği üzere, yetersiz havalandırmanın sağlığa zararlı etkilerinin azaltılmasına yönelik havalandırma oranlarını kapsamaktaydı. Standart 62, kısa sürede Kuzey Amerika'da, bina kodlarında yer alan tüm havalandırma gereksinimlerini içeren, temel kaynak konumuna gelmiştir.

Yeterli iç ortam hava kalitesinin, sağlık açısından yararları ilgili standartın revizyonları ile daha detaylı tanımlanmaktadır. ASHRAE tarafından 1981'de kabul edilen revizyonda önerilen havalandırma düzeyleri, iç ortam hava kalitesinin kullanıcı sağlığı açısından kabul edilebilir değerlerini içermektedir (2). 1989 yılı revizyon önerisinde insan sağlığı üzerindeki istenmeyen etkilerin minimize edilmesi hedeflenmiştir (3).

ASHRAE son zamanlarda, standartlarının sağlık konularında yeterli bilgi içermesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmektedir. ASHRAE üyelerinin onayına sunulduktan

sonra kabul edilen standartlarda, sağlıkla ilgili gereklilikler, binaların havalandırılması, iç ortam hava kalitesinin sağlanması konuları ele alınmaktadır.

İç ortam konforunun sağlanması, ASHRAE tarafından uzun zamandır ele alınan bir konudur. Havasız, koku içeren ortamlar sağlıklı olmamakla birlikte, kullanıcı konforunun azalmasına, çalışma performanslarının düşmesine neden olmaktadır. Gözlerde yanma, nefes alma güçlüğü, göğsün sıkışması, hava yoluyla yayılan hastalıklardaki artış, üzerinde yoğunlaşarak çalışılan diğer konulardır. Kronik ya da sonradan ortaya çıkan sağlık sorunları, genelde ilk aşamada teşhisi güç, yada yıllar sonra ortaya çıkabilen özeldir. Akut semptomlar kolaylıkla teşhis edilirken, hastalığın asıl nedenin saptanması güç olabilmektedir.

### 3.1. Hasta Bina Sendromu: Binalar Kullanıcıya Hasta Edebilir mi?

Araştırmalar düşük hava kalitesi ile bazı kullanıcıların karşılaştıkları, akut veya kronik sağlık sorunları arasında bağlantı olduğunu göstermektedir. Karşılaşılan sorunların yarıdan fazlası, yetersiz yada uygun olmayan havalandırma ve ısıtma-soğutma-iklimlendirme sistemlerinin eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu koşullar, kullanıcıların nedeni kesin tanımlanamayan sağlık sorunları ile karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bu kavram hasta bina sendromu (sick building syndrome) olarak tanımlanmaktadır.

Hasta bina sendromu, kullanıcı sayısı yüksek binalarda karşılaşılan baş ağrısı, yorgunluk, gözlerde, burun ve boğazda tahriş gibi belirtilerin, üçte ikilik bir kısmının kökenini oluşturmaktadır. Belirtiler, kişilerin binayı terk etmesiyle azalmakta ya da yok olmakta, ancak binada hastalığının oluşmasına ait kesin bir neden saptanamamaktadır. Yetersiz hava kalitesine neden olan çeşitli etmenler bulunmaktadır. Binaların yapımında veya yenilenmesinde kullanılan yapıştırıcılar ya da solventler gibi kirletici maddeler bu etmenlerden biridir. Binada servis sistemlerinin yetersiz, yanlış tasarlanması sızıntı oluşturan noktalarda nem birikmesine iklimlendirme veya ısıtma sistemlerinin kanallarında mikropların yerleşmesine yol açmaktadır. Yetersiz hava kalitesini etkileyen diğer etmenler mekandaki mantar ve toz, yeni mobil-ya ve halılardan çevreye yayılan zehirli kimyasal gazlardır. Yine mekandaki radon gazı, asbest, sigara dumanı, virüs ve bakteriler gibi kirleticiler ve zehirleyiciler hasta bina sendromuna yol açan etmenler arasında yer almaktadır.

\* TTMD IV. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu kitabından alınmıştır. (2000)

### 3.2. Yetersiz İç Ortam Hava Kalitesinin Bedeli; Azalan Kullanıcı Üretkenliği

Ofis çalışanlarının ve binadaki diğer kullanıcıların üzerindeki fiziksel etkilerinin yanı sıra, yetersiz iç ortam hava kalitesi kullanıcıların üretkenliğini azaltmakta, maddi kayıplara yol açmaktadır. Gerçekleştirilen bir çalışma, sorunun, kullanıcı üretkenliğini düşürmesine bağlı olarak, Amerika'da iş çevresinde, yılda yaklaşık 60 milyar dolarlık maddi kayba neden olduğunu göstermiştir (4). Ancak, yetersiz iç ortam hava kalitesinin, kullanıcıların üretkenliği ve çalışma ortamındaki konforu üzerindeki etkisinin belirlenmesine yönelik çok az sayıda araştırma bulunmaktadır. ASHRAE diğer kuruluşlarla birlikte, havadaki kirleticilerin, iç ortam havası ile yayılmasının çalışanların performanslarına etkisinin minimize edilmesi konusundaki araştırmaları desteklemektedir.

Günümüzdeki İOHK araştırmaları, kullanıcıların ve çalışanların fiziksel konforunu etkileyen dört temel alan belirlemiştir. Mekanlarda konfor tanımlamasını, iç ortam hava kalitesi, sıcaklık, nem, aydınlatma ve akustik oluşturmaktadır. Belirtilen konfor bileşenleri arasında, sağlık üzerinde en belirgin etkiye sahip, hastalığa bağlı olarak, kullanıcı performansının düşmesi ve zaman kaybına yol açan etmen, iç ortam hava kalitesi, sıcaklık ve nem düzeyidir. Bina kökenli hastalıkların yarısından fazlasının, havalandırma sistemleri ile ilintili olması nedeniyle, kullanıcıların üretkenliğinin düşmesi ve yetersiz iç ortam hava kalitesinin birbiri ile bağlantılı olduğu görülmektedir.

### 3.3.Kabul Edilebilir İç Ortam Hava Kalitesinin Sağlanmasında Sorumluluk

Binalarda kullanıcı konforuna yönelik iç ortam hava kalitesinin sağlanması, tek bir kişinin değil, tasarımı gerçekleştirilen ekip, işletimi ile yükümlü kişilere, hatta kullanıcılara kadar geniş bir kitlenin sorumluluğundadır.

Tasarımcılar, binayı yeterli havalandırma açısından uygun biçimde tasarlamalı, yüklenici firma ve müteahhit sistem donanımlarını doğru yerleştirmeli, sistemlerin kurulması ve işletilmesinden sonra, ileride sorunları gidermeye, mantar ve bakteri oluşumunu önlemeye yönelik, filtrelerin değiştirilmesi, kanalların temizlenmesi gibi rutin bakım onarım çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Mal sahibi, işletmeci ve kullanıcılar, sistemin kontrol edemeyeceği yeni veya güçlü zehirli maddeler hakkında bilgilendirilmelidir.

### 3.4. İç Ortam Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Mühendislik Çözümleri

1980'li yıllar boyunca, bina endüstrisinde yetersiz iç ortam hava kalitesine yönelik ilgi ve çalışmalar ilerlemiş ve ASHRAE, konuya ait standart olan, "Havalandırma ve Kabul Edilebilir İç Ortam Hava Kalitesi" ASHRAE Standart 62'yi revize etmiştir. Standart, 90 farklı koşul için, iç ortam hava kalitesinin sağlanması amacıyla, havadaki zehirli maddeleri seyreltme ve temizlemeye yönelik olarak gereken dış hava miktarını tanımlayan havalandırma düzeyini önermektedir. Ayrıca standartta, hava kalitesini artırma amacıyla, mekandaki bağıl nem yüzdesinin %30-60 arasında tutulması önerilmektedir.

Daha yakın bir tarihte gerçekleştirilen bir çalışma olarak, standart 1989 yılında revizyona tabi tutulmuş, iç ortam hava kalitesinin artırılmasına yönelik iki yöntem kullanılmıştır. Revizyonlarda özellikle zehirli maddelere yol açan kaynakların, azaltılması ya da tamamen yok edilmesi konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca, mekanda kabul edilebilir İOHK sınır değerlerinin saptanmasına dair araştırma başlatılmıştır. Araştırmalar, kavramsal ve planlama aşamalarında sorunun çözümüne yönelik adımları içeren önleyici stratejilerden oluşmaktadır. Amaç, zehirli maddelere yol açan kaynakların, havalandırma ve havanın temizlenmesi yöntemleri ile azaltılması ya da tamamen yok edilmesidir.

Bir diğer temel hedef de, donatı, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemleri için ya da insanlarla ilişkili kaynaklara ait, insanlardan kaynaklanan koku, virüs gibi sorunları giderici ayrı havalandırma tekniklerinin geliştirilmesidir. ASHRAE, ayrıca mekamlarda kabul edilebilir maksimum bağıl nem düzeylerinin saptanması, mikrobik bulaşmaların minimize edilmesine yönelik ekipmanın sağlanması, aerosoller ve buhar için, mekandaki filtrasyon sınırlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir.

Ayrıca iç ortam hava kalitesinin, bina ömrü boyunca sürdürülmesine yönelik, detaylı bakım onarım programlarının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Yeni düzenlemeyle Standart 62-1989 iki bölüme ayrılmıştır. Bunlar; Standart 62.1P ve önerilen Standart 62.2P'dir.

ASHRAE Standart 62.1P tüm ticari binalar ve iki kattan yüksek konut binaları için geçerlidir. Standart 62.2P, iki veya daha az katlı konut binalarına uygulanmaktadır.

ASHRAE Standart 62-1989 sistemlerin sürekli bakımına yönelik bilgileri ekler halinde sunmaktadır. Standartın yenilenmesi için isteyen herkes öneri getirebilmekte, hazırlanan öneri kabul edilmeden önce, kamuoyunun incelemesine açılmaktadır.

### 4.Konutların Havalandırılması: Ashrae Standart 62.2

Konutların havalandırılmasının kontrolü geleneksel olarak fazla çalışma içermektedir. Özellikler açılabilir pencereler, kabuktan hava sızıntıları olması, konutlarda yeterli havalandırmanın sağlanmasına olanak vermektedir. Yapı standartları geliştikçe, konutların sızdırmazlık düzeyi yükselmektedir. Bunun sonucunda yeterli havalandırmanın sağlanamadığı koşullarda, biriken nem; küf, mantar ve bakteri oluşumuna yol açmaktadır. Ayrıca bu tip hava sızdırmazlığı yüksek binalarda yaşayan kullanıcılarda virüs ve bakteri kökenli hastalıklara rastlanmaktadır.

İç ortamda havayı kirleticiler kaynaklarının bulunması durumunda, içerdeki zehirli madde oranının dışarıdan yüksek olması nedeniyle, zehirli maddelerin azaltılması, havanın temizlenmesi açısından dış hava ile havalandırma, iklimlendirmeye (A/C) göre daha iyi sonuç vermektedir.

Belirtilen sorunların çözümü amacıyla, önerilen ASHRAE Standart 62.2 P, tek aileye ait konutlar ve alçak katlı konut binaları için mekamlarda sağlanması gerekli havalandırma hızlarını hazırlamaktadır.

Standart önerisinde havayı kirleticiler maddelerin iç ortama verilmesinin engellenmesi için, bu malzemeleri içeren bileşenlerin iç ortama temasının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Standart 62.2P, tek ailelik konutlar ve az katlı konut binalarında, iç ortam hava kalitesinin sağlanması için, mekanik ve doğal havalandırmanın etkilerini, yapı kabuğuna ait gerekli özellikler içermektedir.

Önerilen ASHRAE Standart 62.2P, konutlarda havalandırma düzeylerinin belirlenmesinin yanı sıra, direkt kirleticiler kaynakları, ya da bölgesel egzoz kontrolü ile iç ortamdaki kirlenmenin kontrolüne yönelik bilgileri içermektedir. Bölgesel egzoz gereksinimleri, iç mekandaki kirleticiler kaynağın kontrolü, kirlenmenin konutun içine yayılmasını minimize etmeyi ele almaktadır. Mutfaklardaki vent kapakları, banyolardaki, fanlar, çamaşır odaları veya garajlar, en önemli bölgesel egzoz yerleridir.

Kirletici kaynakların minimize edilmesine yönelik tasarım yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan birisi, hava giriş deliklerinin, egzoz sisteminden ayrılması, kirli havanın tekrar iç mekana alınmasının engellenmesidir. Standart, garaj kapılarında sızdırmazlık bantlarının kullanılmasını, garajlarda havalandırma kanallarının ve hava temizleme birimlerinin yer almamasını önermektedir. Giysi kurutucularının havalandırmasının direkt dış ortamla sağlanması gerektiğini belirtmektedir.

Bunlara ek olarak standart önerisi, hava temizleme birimlerinin işletim ve bakım aşamalarına ilişkin bilgi içeren, etiketleme kullanıcıları, sistemin işletimi-bakımı, teknik özellikleri hakkında bilgilendirmeye yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Standartta ayrıca, filtrasyon işlemine, mekanlardaki potansiyel kirletici kaynakları ve kirletici maddelerin İOHK açısından kabul edilebilir sınır değerlerine, konutun tamamının yada bir bölümünün havalandırılmasına yönelik sistemlerin seçimine ait bilgiler yer almaktadır.

#### **4.1. Standart 62-1989'da Ele Alınan Konular**

Standartlar, başvuru kaynağı olma özellikleri nedeniyle, güncelliğinin ve güvenilirliğinin sağlanabilmesi için değişen koşullara uygun olarak yenilenmelidir. Standart 62-1989'un yayınlanmasından, revizyon taslağının tamamlanmasına kadar geçen zaman zarfında, farklı etmenler HVAC endüstrisini yeniden biçimlendirmiştir.

Bu etmenlerden biri, hava kalitesini etkileyen diğer hususların önem kazanması ve sigara dumanının mekanlarda konfor ve sağlık açısından istenmemesidir. Gümüşde, Kuzey Amerika'daki kuruluşlar binalarda sigara içilmesini yasaklamıştır. Daha iyi yapı malzemelerinin geliştirilmesi, konstürsionların sızdırmaz özellikte yapılması, yapı kabuğunun sızdırmazlık düzeyini artırmakta, doğal havalandırma olanağını azaltmaktadır.

Standart 62-1989 1997'ye kadar değiştirilmemiş, bu tarihten sonra, standarta ek olarak, yirminin üzerinde değişiklik önerisi hazırlanmıştır. Bu değişiklikler dört ek halinde sunulmaktadır. Standarttaki en önemli değişiklik, önceden mekanlarda makul oranlarda sigara içilmesine izin veren bir dipnotun, sigara dumanının, içmeyen kullanıcıların sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, revizyon çalışmasında standarttan kaldırılmasıdır. Bu dipnot kalktığı için, Standart 62 sigara kullanımına izin veren alanları kapsamaz durumdadır. Mekanlarda sigara kullanılması halinde, uygulamaya

yönelik bir bilgi sunulmamaktadır. Bununla birlikte, konuya yönelik boşluğu doldurmak üzere, sigara içilen mekanlarda havalandırma gereksinimlerinin tanımlanmasına dair, taslak çalışmaları devam etmektedir.

Standart 62-1999'da, yer alan bir diğer ekte ise, İOHK açısından, mekandaki kullanıcılar tarafından solunum esnasında iç ortam havasına verilen CO<sub>2</sub> gazı düzeyleri belirtilmektedir. Üçüncü ek, daha önce yer verilen, ısı konfor kavramını standardın dışına çıkartmaktadır. Standart 62'de içerilen ek dört, standarda uygunluğun iç ortam hava kalitesinin sağlanması için kesin bir garanti oluşturmadığını belirtmekte, sakınılması gerekli hususları eklemektedir.

#### **4.2. Havalandırma Hızlarının Belirlenmesinde Kullanılan Tarifleyici ve Performans Tabanlı Yaklaşımlar**

ASHRAE Standart 62 mekanlarda gerekli havalandırma miktarının belirlenmesine yönelik 2 yöntem sunmaktadır. Bunlardan ilki, genellikle havalandırma hızlarına dayalı yöntem olup, tarifleyici yaklaşımla mekanlardaki kişi sayısı baz alınarak, gerekli havalandırma oranları belirlenmektedir.

İkinci yöntem olan iç ortam hava kalitesi yönetim ise, performans tabanlı yaklaşımı kullanmaktadır. Bu yöntem, İOHK açısından uygun havalandırma hızlarını, kirleticiler ve kirletici kaynakların etkisine, mekan havasında sağlık açısından riskleri minimize etmek ve koku denetimi yapmak amacı ile bu maddelerin, kabul edilebilir sınır değerlerini parametre olarak alan denklemler yardımıyla belirlemektedir. Havalandırma hızlarına dayalı yöntem, var olan binalardaki havalandırma miktarlarını esas almakta olup en başlıca yöntemdir.

Uygulama alanındaki deneyim ve yeni araştırmalar, havalandırma hızlarına dayalı yöntemin, değişen koşullara göre revizyonunu gerektirmiş olup, bu revizyon ilk kamuoyu incelemesi 1999 yılı Ağustos ayında tamamlanan, Standart'ta Ek 62n'de yer almaktadır. Standart 62-1989'da, gerekli havalandırma miktarı, mekanlardaki kişi sayısını baz alan havalandırma hızlarına dayalı yöntemle göre belirlenmektedir. Havalandırma hızlarının, kirletici maddelerin temizlenmesi açısından yeterliliğinin saptanması için, Ek 62n'de kullanıcılar, yapı bileşenleri ve mekandaki aktiviteler sonucu oluşan kirletici maddeleri de göz önünde alan, havalandırma oranlarının hesaplanmasına ilişkin bir yöntem içerilmektedir. Ek ayrıca, konferans salonları gibi yoğun kullanıma sahip mekanlarda İOHK'nin sağlanması,

aşırı havalandırmanın kontrolüne yönelik bilgileri de içermektedir. Bilindiği gibi, gereğinden fazla havalandırma, enerji tüketimi ve maliyet artışına neden olmaktadır.

İOHK'ya yönelik havalandırmanın, insanların solunum yaptığı bölgede yer almasını sağlamak için, tasarımcıların hava değişimi etkinliği yöntemini kullanması gerekli kılınmıştır. Standartta yer alan, kabul edilen (default) değerler, tasarımcıların, karmaşık hesaplamalar yapmadan, havalandırmanın etkinliğine yönelik değerlendirmeleri yapabilmesini mümkün kılmaktadır.

Ek ayrıca, yeterli düzeyde iç ortam hava kalitesi sağlanması açısından, gereken miktardaki taze dış ortam havasının sirkülasyon havasına ilavesi ile havalandırma sisteminin etkinliğinin gerçekleştirilmesi zorunluluğu getirmiştir. Önerilen bu değişikliklere, Ek 62n havalandırma hızlarına dayalı yöntemi kullanımı kolay hale getirmekte ve tasarım uygunluğunun kontrolünü kolaylaştırmaktadır.

#### **4.3. ASHRAE Standard 62-1999 ve Sonrası**

Standart 62-1999 havalandırma hızlarına dayalı yöntemdeki değişiklikleri içeren dört eke ilava olarak, Standart 62'ye ait gelecekteki yeniliklere genel bir bakış sunan başka ekler hazırlanmıştır.

Ek 62 I ve m bölümleri, yapı, işletim ve bakım evrelerinin rolünü, filtrelerin değiştirilmesi, ısıtma-soğutma sistemlerinde bobinlerin temizlenmesini, algılayıcıların uygun kalibrasyonunu ve diğer bakım prosedürlerini ele almaktadır. Ekte yer alan bir diğer temel konu da, yeni binalar, eski binalar ve eklentiler için yanma işlemine gerekli havanın sağlanması ve mekandaki yakma işlemi sonucu oluşan kirleticilerin temizlenmesine ait bilgilerdir. Standart 1989'un revizyon çalışmaları başladığında, ASHRAE; Standartın yapı kodlarına adaptasyonuna yönelik, zorunlu kod dilini geliştirmiştir. Kodlarla uyumlu olması bakımından, iç ortam koşulları için en uygun çözüm olmamakla birlikte, standart kullanıcı güvenliği ve sağlığı açısından konfor gereksinimlerini minimum düzeyde karşılamaya yönelik bilgi içermektedir.

ASHRAE, Standartın önerdiği minimum gerekliliklerden daha fazla bilgi edinmek isteyen mühendislere ve uygulayıcılara yol göstermeye yönelik, kılavuz kitaplar geliştirmiştir. İleride gerçekleştirilecek revizyonlarda, göz önünde bulundurulması gereken hususlardan biri havalandırma hızının

belli sınırlar üzerinde artışının, iç ortam hava kalitesini artırmaya yetmeyebileceği hususudur. Tam tersi, aşırı havalandırma, kullanıcılarda sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Soğuk iklim bölgelerinde havalandırma miktarının artışı, mekana kuru havanın alınmasına neden olmakta, gözlerde ve ciltte kuruma sorunları oluşturmaktadır. Daha nemli iklimlerde ise, aşırı havalandırma, nem düzeyini artırmakta, mikropların üremesine yol açmaktadır.

Standartın içerdiği minimum havalandırma hızları, kabul edilebilir. İOHK düzeyi için gereken havalandırma hızları enerji tüketimini ve maliyetini artıracak, sağlık sorunları oluşturabilecek düzeydeki havalandırma hızları arasındaki denge noktasını yakalayabilmelidir.

#### 4.4. Standartın Güncellenmesi: Kalitenin Sağlanması

ASHRAE Standart 62, araştırma ve teknolojiye son yenilikleri yansıtmaya amacıyla, belli aralıklarla güncelleştirilmekte, yenilenmektedir. Konsensus bazlı yaklaşımlar, endüstrideki uzmanların, farklı disiplinlerde aktif rol üstlenen kişilerin, ASHRAE komitesinde yer alması, hazırlanan önerilerin, kamuoyu yoklamaları ile incelenmesinden sonra, ek olarak standartta yer alması sağlamakta, ASHRAE Standartlarının kalitesinin sürekliliğini korumaktadır.

Sürekli güncelleme prosedürü, HVAC mühendisleri ve uygulayıcıların, standartta yer alan yeni eklemeler ile, yeniliklerden haberdar olmalarını sağlamaktadır. Yeni yayınlanan Standart 62-1999'a ait Ek, ASHRAE'nin, internetteki sitesinden ya da ASHRAE ile temas kurularak, ücretsiz olarak elde edilebilmektedir. ASHRAE standartı almış olanlara bu ek ve değişiklikleri kayıtlara dayalı olarak göndermektedir.

ASHRAE, standartların dinamik olarak şekillendirilmesini, standartın uygunluğuna ilişkin süreçleri, gerekli kişilere en kısa sürede iletilmesini sağlayarak gerçekleştirmektedir. Hazırlanan standart önerisinin kamuoyu incelemesi 30 günlük bir süre ile sınırlandırılmış olup, yorumlar elektronik posta yolu ile ASHRAE'ye iletilmektedir. İnternette ASHRAE ana sayfasını ziyaret ederek, standartlara ait son gelişmeleri izlemek, taslakların kopyasını elde etmek mümkün olabilmektedir.

#### 5. Diğer Standartlar

Standart 62'den başka, diğer ASHRAE standartları da iç ortam çevre koşullarının

geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Standart 52.1-1992, havadaki partikülleri temizleme gereçlerinin performanslarının değerlendirilmesine yönelik test yöntemlerini içermektedir. Standartta, testlerin gerçekleştirilmesine yönelik ekipmana ilişkin tanımlamalar, test verilerini kullanan hesaplama yöntemleri, test sonuçlarına ait raporların formatları yer almaktadır.

Yeni ASHRAE Standartı, 52.2-1999, havadan temizledikleri partiküllerin boyutuna göre, süzme filtrelerinin etkinliğini ölçmektedir. Özel filtrelerin performanslarına ait bilgi içermekte, tasarımcı ve işletimcilerin bina-daki kirletici maddelerin cinsine uygun filtreler seçmelerini sağlamaktadır.

Önerilen Standart 161 P, içinde 20 yada daha fazla kişi taşıyan ticari hava taşıtlarının, hava kalitesini artırmayı hedeflemektedir. Standartta ait ilk taslak 2000 yılında kamuoyu incelemesine sunulacaktır. Önerilen standart, hava taşıtlarındaki, nem, sıcaklık, hava basıncı ve minimum havalandırma hızı düzeylerini içermektedir. Günümüzde, uçaklarda sağlanması gerekli minimum havalandırma hızlarına ait standart henüz bulunmamaktadır.

#### 6. İç Ortam Hava Kalitesini (İOHK) Etkileyen Bir Çalışma

ASHRAE halen, iç ortam hava kalitesinin farklı yönlerini inceleyen, bütçesi 640000\$'ı aşan, 15 araştırma projesini desteklemektedir. Araştırmalar, bina yapım aşamasında kullanılan hava kirletici türdeki maddelerin belirlenmesi ve kontrolünün yanı sıra, iç mekanlarda nem denetimini, mantar ve küfe bağlı olarak ortaya çıkan sorunların, zararlı gazların tespit ve temizlenmesini, atriumlarda duman dağılımının denetimini amaçlayan bir tasarım kılavuzu hazırlanmasını içermektedir.

ASHRAE iç ortam hava kalitesi açısından, daha iyi iç çevre koşullarını oluşturmakla, Standart 62'yi geliştiren teknolojiye uyumlu kılmakla yükümlüdür. ASHRAE, uluslararası topluluklarla işbirliği sağlamayı hedeflemektedir. Gelecek yüzyıla doğru ilerlerken, birlikte çalışarak, gücümüzü artırmak, gelecek nesiller için daha kaliteli bir yaşam inşa etmek mümkün olabilir.

#### REFERANSLAR

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1973, **ASHRAE Standard 62-1973**, Standards for Natural and Mechanical Ventilation.
2. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1981, **ASHRAE Standard 62-1981**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
3. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989, **ASHRAE Standard 62-1989**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
4. Abdou, Ossama A., Harold g. Lorsch, The Impact of Building Indoor Environment on Occupant Productivity, Part 2: Effect of Temperature, **ASHRAE Technical Bulletin**, Volume 10, Number 4, Impact of Indoor Air Environment on Productivity, June 1994.
5. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers 1999, **ASHRAE Standard 62-1999**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

#### James E. Wolf

*Kamu Hizmetleri Başkan Yardımcısı, yerel ve uluslararası aktiviteleri içeren Amerikan Standartları Kurumu'nun Kamu Hizmetleri sorumlusudur. HVAC endüstrisinde 33 yıllık bir deneyime sahiptir. Trane Company ve Amerikan Standart'ın pazarlama ve Kamu Hizmetlerinde çeşitli programlarda çalışmıştır.*

*Arizona Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünden Lisans derecesi, Amerikan Üniversitesi Washington DC'den de, işletme alanında Yüksek Lisans Derecesi almıştır. Amerika Birleşik Devletleri Ordusunda Haberleşme Alay Subayı olarak hizmet vermiştir.*

*ASHRAE'de aktif görev almış, ASHRAE'nin Ulusal Sermaye Bölümü'nde ve Yönetim Kabinesi'nde 8 yıl süreyle başkan olarak çalışmıştır. Topluluk düzeyinde ise ASHRAE Dergi Komitesi Yöneticisi, Eğitim Kurulu Yöneticisi, ASHRAE Kamu Hizmetleri Komitesi, Teknoloji Kurulu Yöneticisi, Eğitim Kurulu Yöneticisi Finans Komitesi Yöneticisi, Teknik Enerji-Kamu Hizmetleri Komiteleri, Adaylık Komitesi'nde üye olarak görev almıştır. Yöneticiler Kurulunda Serbest Yönetici, Başkan Yardımcısı ve Mali İşler Sorumlusu olarak çalışmıştır. Halen, ASHRAE'nin Seçilmiş Başkanı, Bölgeler Kurulu Yöneticisi ve Danışma Kurulu Komitesi Yöneticisi olarak, görev yapmaktadır.*