

YANGIN MERDİVENLERİNİN VE KAÇIŞ YOLLARININ BASINÇLANDIRILMASI

Abdurrahman KILIÇ

1951 doğumludur. 1974 yılında İTÜ Makina Fakültesini bitirmiş, 1976'da Enerji dalında yüksek lisansını, 1982 yılında doktorasını tamamlamıştır. Termodinamik, Güneş Enerjisi ve Isı Tekniği alanlarında kitapları ve makaleleri bulunmaktadır. Yangın konusundaki çalışmaları 1986 yılında başlamıştır. "Yangın Güvenliği ve Yangından Korunma Araştırması" projesinin koordinatörlüğünü yapmıştır. Yangın Güvenliği konusunda, Japonya'da eğitim görmüş, çeşitli Avrupa ülkelerini ve Uzakdoğu ülkelerinde inceleme ve araştırma yapmıştır. 1989-1994 yılları arasında İstanbul İtfaiye Müdürlüğü görevini yürütmüştür. Yangın Güvenliği ve İtfaiye ile ilgili birçok yayını ve raporları bulunmaktadır. Halen İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinde doçent olarak çalışmaktadır. "Türkiye Yangından Korunma ve İtfaiye Eğitim Vakfı" yönetim kurulu başkanlığını yapmaktadır. Uluslararası Gönüllü İtfaiyeciler Birliği'nin Üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

ÖZET

Bu çalışmada; insanların tahliyesi için düzenlenen kaçış yolları ve yangın merdivenlerini özellikleri açıklanmakta, yangın merdivenlerinin basınçlandırılmasına ilişkin kuralları ve duman girişini önlemek için gerekli basınçlandırma seviyesi ve hesap yöntemleri verilmektedir. Kaçış yolları ve yangın merdivenleri hakkında bilgi verildikten sonra sızıntı alanları aynı olan bir merdiven kovanında baca etkisinin değişimi incelenmiş ve basınçlandırma ilkeleri verilmiştir.

1. GİRİŞ

Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, katlar arasına ve merdiven boşluğuna dolan duman nedeniyle olmaktadır. İstatistik çalışmalarda; ölümlerin % 90'ından fazlasına zehirli dumanın neden olduğu görülmektedir. Yangın sırasında oluşan duman ve yüksek sıcaklık paniğe neden olmakta, deri ve solunum sisteminde meydana gelen ağır hasar ve yoğun duman nedeniyle insanlar yollarını kaybetmekte paniğe kapılmaktadır. Yoğun dumanı gören kişiler, o anda her şeyi kaybettiğini her şeyin anlamını yitirdiğini sanmakta, ne yapacağını bilmemektedir. Çevredeki eşyaların yanması, karbon monoksit ve diğer zehirli gaz konsantrasyonunu artırmakta ve buna bağlı zehirlenmeler görülmektedir.

Her duman görülen yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve klima kanalları veya ara boşluklardan bütün odalara dağılır. Her taraf duman olduğundan yangının kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir.

Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından, hem kısımlara dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve hem de yangına kolay müdahale edilebilmesi bakımından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindedir.

Dumanın bir hacim içinde yayılmasının önlenmesi için duman tahliye bacaları, bir hacimden diğer hacimlere geçişinin önlenmesi için duman damperleri veya perdeleri ve bir hacime dumanın girmemesi için basınçlandırma sistemleri yapılır. Duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının görevi, dumanı bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmaktadır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için, tavandan sarkan duman bölmeleri de gereklidir. Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, hail gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminden kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları gereklidir. Bir bina içindeki her yangın bölgesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacaları doğal çekişle veya yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile zorlanmış çekiş uygulanmalı, doğal çekişli duman bacaları merdiven kovalarında en az 1 m² çıkış ağızlı olmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın anında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Bu tür mekanizmalar sürekli bakımla işler durumda tutulmalıdır.

Topluma açık büyük binalarda dumanın yayılımına çoğu zaman havalandırma kanalları neden olmaktadır. Dumanın yayılımının önlenmesi için havalandırma kanallarının bölümlere girişlerinde otomatik damper kullanılmalıdır. Sıcaklığın artması esası yerine kanal dedektörlerinin kullanılması ve damperlerin dedektörlerden kumanda edilmesi daha uygundur.

Tamamen bina içindeki yangın merdivenlerinin kovalarında, yangın merdivenlerine ve kaçış yollarına duman girişinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Çok yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır.

2. BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ

Yangın esnasında binanın boşaltılmasının çabuk olabilmesi için kaçış yolları ve yangın merdivenleri basınçlandırılarak dumanın girişi engellenir. Son zamanlarda, ülkemizde de yeni çıkarılan yangından korunma

yönetmeliklerinde yüksek yapılardaki yangın merdivenlerinin basınçlandırılması zorunluluğu getirilmiştir.

Basınçlandırma, korunmuş kaçış yolları oluşturacak şekilde yapılır. Basınçlandırma havası debisi; basınçlandırma yapılacak yere, kullanım amacına, binanın yüksekliğine, istenilen basınçlandırma seviyesine, dış sıcaklık ve rüzgar hızına ve kullanılan standartlardaki kabullere bağlı olarak değişir. Korunmuş kaçış yolları merdiven kovaları, lobiler ve bazı durumlarda koridorları da kapsar. İhtiyaca göre, bu yerler basınçlandırılarak tatmin edici bir duman kontrolü sağlanmaya çalışılır.

Konu en geniş olarak; BS (British Standards, 5588 Bölüm 4) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.)'da ele alınmıştır. Bu iki yayında olaya farklı açılardan yaklaşılmaktadır. ASHRAE kodlarında debiyi hesaplamak için matematik bağıntılardan yararlanılırken

BS'de ampirik tablolar ön plandadır. Ayrıca ASHRAE'de yalnızca merdiven kovasının basınçlandırılması söz konusuysen BS'de buna ilave olarak lobi ve koridorların da basınçlandırılacağı göz önünde bulundurulmaktadır. Dolayısıyla bulunan debilerde birbirinden farklı olmaktadır.

Basınçlandırma korunmuş kaçış yollarının tamamını kapsar. Merdiven kovaları, lobiler ve bazı durumlarda kaçış koridorları basınçlandırılır. Buradaki amaç, bir yangın durumunda meydana gelecek dumanın insanların kaçış yollarına sızmasını önlemek ve emniyetli bir geçiş sağlamaktır.

Basınçlandırma sistemi tek kademeli sistemde sadece acil durumlarda devreye sokulur. Genellikle bir duman dedektörüne bağlı olan sistem, dedektörün aktive olması durumunda sisteme basınçlı hava basar. Normal durumlarda havalandırma yapılan ve acil durumda basınç seviyesi artırılan sistemlere de iki kademeli sistem adı verilir. Pratikte daha çok iki kademeli sistem tercih edilir.

Tek kademeli veya iki kademeli basınçlandırma sistemleri tekli enjeksiyon veya çoklu enjeksiyonla sağlanabilir. Tekli enjeksiyonda basınçlandırma fanı tepe noktaya konulur. Fakat yüksek merdiven kovalarında tekli enjeksiyon yeterli değildir. Tekli enjeksiyon sistemleri 8 kattan yüksek binalarda tavsiye edilmemektedir. Özellikle açık kapıların olması durumunda yeterli basınç seviyesi sağlanamamaktadır.

Açık kapıların etkisini ortadan kaldırmak için çoklu enjeksiyon sistemi tesis edilir. Güvenli bir basınçlandırma sistemi için enjeksiyon sistemli yapılarda iki enjeksiyon noktası arasında 3 kattan fazla olmamalıdır.

Basit merdiven kovası sisteminde tekli veya çoklu enjeksiyon yönetimi kullanılabilir. Bir veya daha fazla merkezkaç, aksenal, pervaneli fanlar kullanılabilir. Tüm merdiven kovası kapıları kapalıyken sistem tatmin edici basınçlandırmayı sağlar. Merdiven kovası kapıları açıkken genellikle basınç farkı düşük seviyeye iner (3 Pa). Bu düşük seviye merdiven kovasına duman sızıntısını engellemek için yeterli değildir ve basit merdiven boşluğu sistemleri yalnızca boşaltım sırasında tüm kapılar kapalıyken yeterlidir.

Tüm kapılar kapalıyken ve bazı kapılar açıkken istenen basınç seviyelerini sağlamak için tasarlanan 4 çeşit sistem mevcuttur. Kanada sisteminde, besleme havası miktarı sabittir ve merdiven kovasının dış kapısı sistemin etkinleşmesiyle otomatik olarak açılır. Bunun yanında, besleme havası miktarı sabit ve damperli sistem, değişken hava miktarlı sistem ve yangın katında havalandırma ve boşaltma yapılan sistemler en çok kullanılanlardır.

3. KAÇIŞ YOLLARI VE YANGIN MERDİVENLERİ

Bir bina veya konstrüksiyonun herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş çıkış yolunun tamamına kaçış yolu denilir. Kaçış yolları, 3 veya daha az katlı binalarda 60 dakika yangına dayanıklı, 4 kat ve daha yüksek binalarda 120 dakika yangına dayanıklı bölmelerle ayrılmalıdır. Kaçış yolları kapılan yanlardan menteşeli olacak ve kaçış yönüne açılır şekilde düzenlenmeli ve kaçış yolu hiçbir şekilde daralmamalıdır.

Umumi binalarda her oda veya müstakil hacim bir koridora en az bir kapı ile bağlanmalıdır. Dışarıya bağlantısı olmayan yalnız birinden diğerine geçilen odalar yapılmamalıdır. Bir hacimden korunmuş bir yangın kaçış yoluna uzaklık, en çok 30 m. olmalıdır. Şayet hacimlerde otomatik sprinkler varsa en çok 45 m olabilir. Kaçış yolları en dar yerinde 120 cm'den az olmamalıdır.

Yüksek binalarda topluma açık yerlerde her daire ya da bağımsız bölüm için biri korunmamış da olsa en az iki farklı yangın kaçış yolu düzenlenmelidir.

Kaçış yollarına engelleyici hiç bir şey konulmamalı, kaçış çıkışların önü kapatılmamalıdır. Bina sorumlusu veya güvenlik görevlileri bunu sağlamalıdır. Salon tipi büyük bir hacme, hacimin insan kapasitesi ile orantılı sayıda, ikiden az olmamak üzere kaçış yolu tahsis edilmelidir. Bunların girişlerinin konumu, salonun hiç bir noktasından 45 dereceden daha dar bir açı ile görünmeyecek şekilde olmalıdır.

Yangın durumunda, bir binadaki insanların tahliyesinde kullanılmak üzere, bu göreve özel olarak tasarlanan merdivenlerdir. Yapının olağan merdivenlerinden yangında kullanılabilecek özelliklere sahip olanları da yangın merdiveni olarak kabul edilebilir. Yangın merdivenleri, yangınla ilgili tahliyelerde kullanılan kaçış yollarının bir parçasıdır ve diğer kaçış yolları öğelerinden bağımsız tasarlanamazlar. Bir yangında asansörler kaçışta merdivenlere yardımcı olarak kullanılamazlar. Konutlarda, giriş katından itibaren bir genel merdivenden

giriş katları hariç, 20'den fazla dairenin faydalandığı binalarla 10 veya daha yüksek katlı binalarda, katlar alanı toplamı 600 m²'den daha fazla olan veya zemin ile beraber dört normal katı aşan büro binalarında yangın merdiveni yapılmalıdır. Bunların haricinde bütün işyeri, ticaret merkezleri ve topluma açık yapılarda kat sınırlamasına bakılmaksızın birden fazla kat varsa yangın merdiveni olmalıdır. Asma katlar, kat olarak sayılmaz, bodrum katlar kat olarak sayılır.

Topluma açık yapılar, toplantı yerleri, spor ve sergi salonları, sinema, konser salonları, okullar ve öğretim kurumları, kışlalar, yurtlar, oteller, düğün salonları, lokaller, klüpler, hastaneler, huzur evleri, kreşler, tehlikeli madde depoları, fabrikalar 200 m²'den büyük imalathaneler ve benzeri yapılar her kat en az iki çıkış ve en az bir yangın merdivenine bağlantılı olmalıdır. Yangın hangi noktada çıkarsa çıksın, o kattaki bütün insanların çıkışlarının sağlanması için kaçış yolları ve yangın merdivenleri birbirlerinin alternatifi olacak şekilde konumlandırılmalı, yan yana yapılmamalı, yangın merdiveni kovası ile merdiven aynı katta olmalı ve genel merdivenlerden geçilerek yangın merdivenine ulaşılmamalıdır. Bir kattaki insan sayısı 500'ü aşarsa en az 3 yangın merdiveni yapılmalıdır.

Merdiven kovalarının yeri, binadaki insanların güvenlikle bina dışına kaçışlarını kolaylaştıracak şekilde seçilmelidir. Yangın merdivenlerinin başladıkları kottan çıkış kotuna kadar süreklilik göstermelidir.

Yangın merdivenleri bina içinde veya dışında konumlandırılabilir. Tamamen bina içindeki yangın merdivenlerinin kovalarında, daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilmeli, duman kaçağından korunma sağlanmalıdır.

Yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır. Binalarda yangın merdiveni tercihen bölgenin hakim rüzgar yönünde kurulmamalıdır.

Yangın merdivenlerine, yangına en az 30 dakika dayanıklı ve alev kesici, kaçış yönünde açılan ve kendi kendine kapanan kapılar aracılığıyla ulaşılması gerekir. Yangın merdivenlerine yangına güvenli bir hacimden geçilmesi tercih edilmeli ve bu sistem topluma açık binaların iç konumlu yangın merdivenleri olmalıdır.

Yangın merdiveni duvar, tavan ve tabanında hiçbir yanıcı malzeme kullanılmamalı, bu elemanlar yangına 120 dakika dayanıklı olmalıdırlar. Bodrum kat yangın merdiveni ile diğer katlar yangın merdivenlerinde farklı kovalar kullanılmalıdır. Yangın merdivenlerinin her iki kenarına küpeşte veya korkuluk yapılmalıdır.

Merdiven boşluğu yüksekliği, basamak üzerinden tavana serbest olarak en az 200 cm. olmalıdır. Sahanlıklar arası kot farkı en çok 3.70 m. olmalıdır. Basamak genişlikleri ortalama 28 cm'den az ve basamak yüksekliği 18 cm'den çok olmamalı. Dönüşlerde, dar kenarlarda basamak genişliği 20 cm'nin altına inmemelidir. Yangın merdiveni kapılarının genişliği konut ve bürolarda en az 80 cm, topluma açık yapılarda (oteller dahil) en az 120 cm olmalıdır. Kapı kanatları kaçış yönüne açılacak bir mekanizma ile kendiliğinden kapanmalı ve duman sızdırmaz olmalıdır.

Kapılarda eşik olmamalıdır. Sürekli açık tutulan ayrı bir kaçış yolu bulunmayan binalarda turnike ve tamburlu dönme kapılar yapılmamalıdır. Yangından korunmuş kaçış yollarında, 3 veya daha az basamağa tekabül eden kat farkları rampalarla bağlanmalı, rampalar yangın merdivenlerine eşit güvenlik önlemleriyle donatılmalı ve eğim sabit tutulmalıdır.

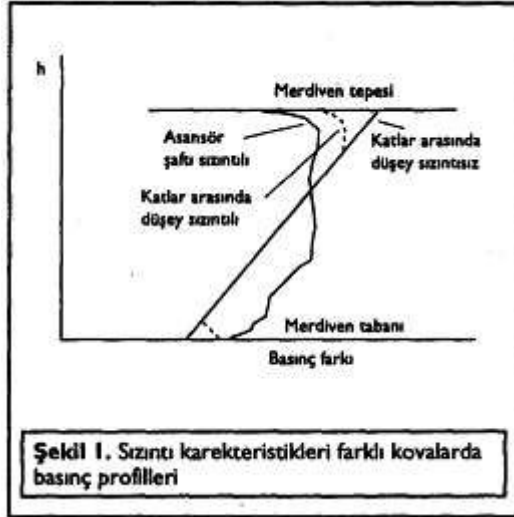
4. ŞAFT BASINCININ DEĞİŞİMİ

Merdiven kovalarındaki basınç değişimleri daha çok merdiven kovası yüksekliğinin fonksiyonudur. Yükseklik arttıkça alt ve üst seviye arasındaki basınç farkı yükselir. Buna bağlı olarak duman hareketi de değişir. Genel olarak dumanın hareketine, baca etkisi, sıcak dumanın genişleşerek yükselmesi, rüzgar, sıcaklık farkı, havalandırma kanalları ve açıklıklar neden olur. Bu faktörlerin değişimi ise binanın konumuna, basınçlandırma durumuna göre değişir.

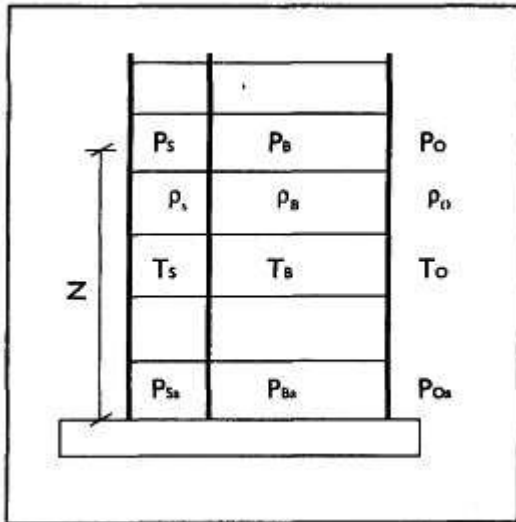
Dikey sızıntı alanı bulunmayan; iç ve dış sıcaklıkları farkının her kattaki sızıntı alanlarının da aynı olduğu basit merdiven kovalarına ilişkin analitik metod en basit olanıdır. Katlar ve diğer şaftlar boyunca olan sızıntı etkisinin ihmal edilmesi maksimum ve minimum basınç dağılımı arasındaki basınç farkı dağılımını artırır. Bu bakımdan da verilen analizin kullanım alanı sınırlıdır. Ayrıca analiz yalnızca bir basınçlandırılmış merdiven kovası olan binalar içindir. Ancak simetri kavramı kullanılarak herhangi sayıdaki merdiven kovasına genişletilebilir. Merdiven kovalarının kapılarının açık olması durumu ayrı bir analiz gerektirir.

Şekil 1'de, dış sıcaklığın iç sıcaklıktan küçük olduğu kış şartları için, iç ve dış sıcaklıkları aynı sızıntı karakteristikleri farkı üç farklı merdiven kovası için basınç profilleri görülmektedir.

Katlar arasında düşey sızıntı veya merdiven kovalarından şafta sızıntı olmayan binalarda basınçlandırılmış merdiven kovasının basınç profili düz bir çizgidir. Bu düz çizginin eğitim dışı ile merdiven kovası arasındaki sıcaklık farkına ve binanın sızıntı alanlarına bağlıdır. Sapmanın uzunluğu katlar arasındaki sızıntının büyüklüğüyle ilişkilidir. Basınç profili ise merdiven kovasındaki sızıntı alanlarına, asansör şaftına, dış duvarlara, binanın sıcaklığına, merdiven kovasına ve dış havaya bağlıdır. Merdiven kovasında belli bir mesafedeki; basınç değişimi diğer bir mesafeden fazla olabilir. Bu yüzden ortalama, maksimum ve minimum basınç farklılıklarına dikkat edilmelidir.



Merdiven kovası, asansör kovası ve şaftlardaki sıcaklık, dış hava sıcaklığından farklı ise, hava; alt ve üst noktalarındaki yoğunluk farkı nedeniyle hareket eder. İçerdeki sıcaklık dışarıdaki sıcaklıktan daha büyükse alt kısımlardan girer ve üst kısımlardan çıkar, bina baca etkisi ve tersi ise yani dış sıcaklık büyük ise tersi bir hava girişi olur, bina da ters baca etkisi adı verilir.



Genelde merdiven şaftındaki akışlarda sürtünmeler ihmal edilebilecek derecede küçüktür. Özellikle kapıları kapalı basit merdiven kovası sistemleri için sürtünme ihmal edilebilir.

Dolayısıyla merdiven kovasındaki basınç hidrostatik kabul edilerek p_s (kg/m^3) merdiven kovası içindeki hava yoğunluğu, P_{sa} (Pa); merdiven kovasının tabanındaki mutlak hava basıncı; g (m/s^2) yerçekimi ivmesi olmak üzere, merdiven kovasında tabandan itibaren z (m) yüksekliğindeki mutlak hava basıncı P_s (Pa);

$$P_s = P_{sa} - g \cdot p_s \cdot z \quad (1)$$

yazılabilir. Rüzgar hızı ihmal edilirse dışarıda z yüksekliğinde basınç, hidrostatik basınç alınabilir ve merdiven kovası dışındaki basınç farkı benzer şekilde, bina dışında alt seviyedeki basınç P_{0a} (Pa), hava yoğunluğu p_0 (kg/m^3) olmak üzere bina dışında z (m) yüksekliğindeki basınç

$$P_n = P_{atm} - \rho \cdot g \cdot z \quad (2)$$

ve merdiven kovası ile dışarı arasındaki basınç farkı

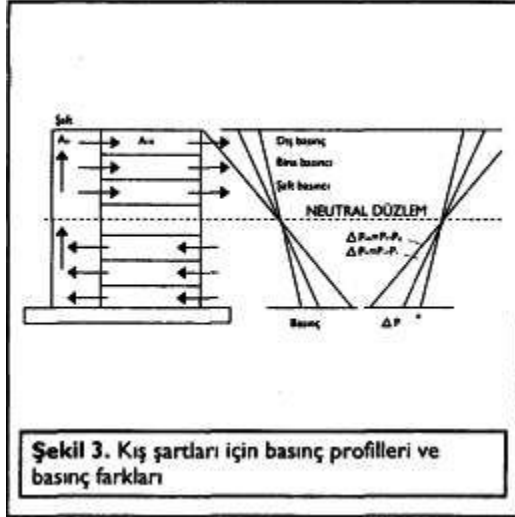
$$\Delta P_{atm} = P_i - P_n = \Delta P_{stat} + g \cdot z \cdot (\rho_i - \rho_e) \quad (3)$$

yazılabilir. Yoğunluğun değişmediği ve yükseklikle basının az değiştiği kabulü yapılarak; $P = p R T$ mükemmel gaz denkleminde yararlanılarak

$$\Delta P_{stat} = \Delta P_{stat} + K_s \left(\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_s} \right) z$$

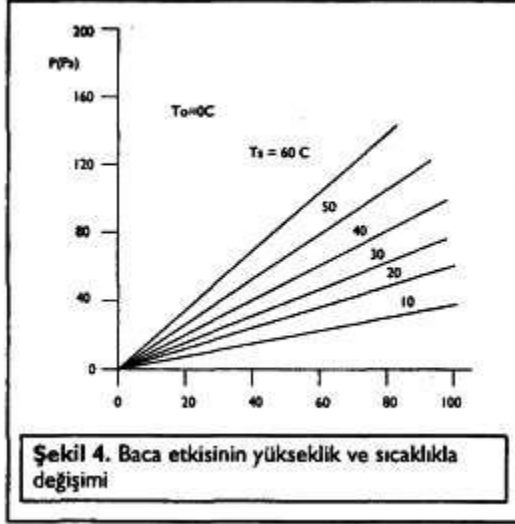
yazılabilir. Burada T_o (K) dış hava sıcaklığı, T_s (K) merdiven kovası sıcaklığıdır, R mükemmel gaz sabiti için havanın değeri kullanılarak $K_s = 9 \text{ Patm} / R = 3460 \text{ 1/K}$ elde edilir.

Dış basınç, şaft basıncı ve bina içindeki basınç yükseklik arttıkça azalır (Şekil 3). Basınç farkları ise, kış şartlarında şaft basıncı ile dış ortam arasındaki basınç farkı yükseklikle artar. Bina içindeki basınç ile dış ortam arasındaki basınç farkı da benzer değişim gösterir.



Yangın olan binada, eğer duman nötr düzlemin (basınç farkının sıfır olduğu düzlem) altında ise şartlara girer ve yükselir, nötr düzlemin üstünde ise şaftlardan çıkar ve binaya yayılır veya dışarı gider.

Şekil 4'de baca etkisinin yükseklik ve iç sıcaklıkla değişimi görülmektedir. Şekilde görülen değişim sızıntı olmayan şaftlar için ve nötr düzlemden ölçülen yükseklikler için geçerlidir. Dış sıcaklığın bina içi sıcaklıktan büyük olduğu yaz şartlarında ters baca etkisi nedeniyle duman aşağı doğru hareket eder. Nötr düzlemin altında duman içeri girmeye ve üstündeki katlarda dışarı çıkmaya çalışır. Bununla beraber, dış sıcaklığın yüksek olduğu duruma kısa süre rastlanır. İçerideki yangın nedeniyle iç sıcaklık kısa sürede dış sıcaklığın üzerine çıkar ve kış şartlarındaki duruma döner. İç sıcaklığın yükselmesinin yanında sıcak duman gazlarının yükselme eğilimi de ters baca etkisini azaltır ve çoğu zaman ortadan kaldırır.



Sıcak gazların yükselmesi de yoğunluk farkı nedeniyle olur. Gaz sıcaklığı T_t (K) olmak üzere gazların kaldırma basıncı

$$\Delta P_f = K_s \left(\frac{1}{T_u} - \frac{1}{T_f} \right) Z \quad (5)$$

şeklinde yazılabilir. Gaz sıcaklığı arttıkça gazlardan oluşan basınç farkı artar ve duman kontrolü zorlaşır. Gazlar sıcak olduğu yangın katına yakına yerlerde hızlı olarak yükselen duman üst katlarda soğumaya ve hızını kaybetmeye başlar.

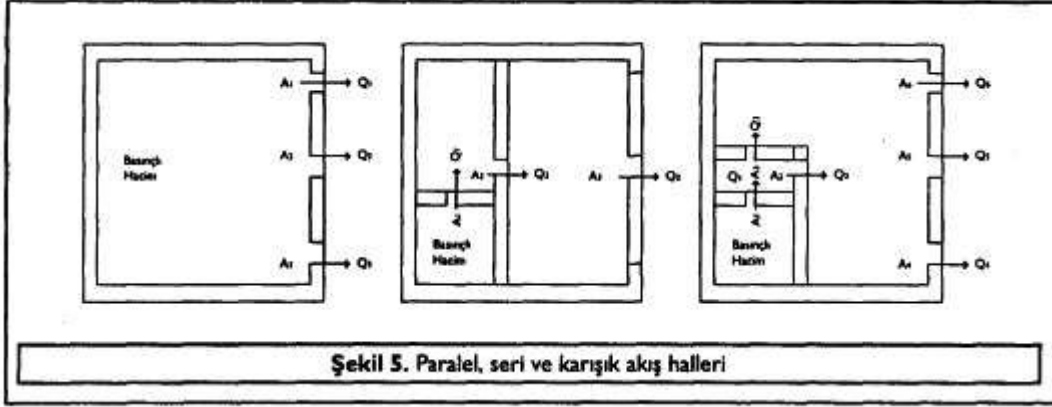
5. AÇIKLIKLARIN DUMAN YAYILIMINA ETKİSİ

Basınç düşmesinin en büyük sebebi, merdiven kovanının açık olan dış kapılarıdır. Bina içindeki açıklıklardan gazlar binaya yayılırken dış açıklıklardan da dışarı akar. Dış duvar açıklıkları üzerinden olan akış, iç açıklıklardan olan akıştan 3 ile 10 kat daha fazladır. Bu yüzden merdiven dış boşluğu kapılarının açılıp kapanmaları basıncın düzensiz değişmesinin en büyük sebebidir.

Genleşerek yükselen gazların yerini dışarıdan giren soğuk hava alır. Özellikle gazların genleşmesi sonucu kırılan camlardan giren soğuk hava yanmayı artırır ve yerine kırık camlardan sıcak gazlar dışarı atılır. Giren hava ve çıkan gaz miktarı açıklık alanlarına ve sıcaklık farkı ile pencerelerin korunma ve rüzgar hızına ve hakim rüzgar yönüne bağlıdır.

Yangının olduğu bölümün hakim rüzgar yönüne göre konuma ve rüzgarın hızı duman yayılımına etki eden nemli parametrelerdir. Kapalı hacimlerde sızıntı yoksa rüzgarın fazla bir tesiri olmayacaktır. Fakat pratikte, kırılan camlar nedeniyle rüzgarın duman yayılımında büyük rolü olmaktadır.

En önemli parametrelerden birisi akış alanlarının tayinidir. Akış alanları kapalı hacimlerin basınçlandırılan hacimlere göre konumuna bağlıdır. Şekil 5'de farklı akış alanları görülmektedir. Paralel akış durumunda toplam akış, bütün akışların toplamı olduğundan,



$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \sum_i^n Q_i \quad (6)$$

Akışın olduğu efektif alan da benzer şekilde,

$$A_c = A_1 + A_2 + A_3 = \sum_i^n A_i \quad (7)$$

yazıları ile sızıntı bölgesinden akış miktarı,

$$Q_i = K_o C A_i \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (8)$$

ve toplam akış miktarı

$$Q_t = K_o C A_c \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (9)$$

yazılabilir. Burada; A_c (m²) efektif akış alanı, ΔP (kPa) basınç farkı, K_o bir katsayı ve C akış katsayısıdır. Seri akışlı durumda efektif akış alanı

$$A_c = \left(\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \frac{1}{A_3^2} \right)^{-1/2} = \left(\sum_i^n \frac{1}{A_i^2} \right)^{-1/2} \quad (10)$$

yazılabilir. Basınç farkları

$$\Delta P_i = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = \sum_i \Delta P_i \quad (11)$$

ve toplam akış miktarı

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = K_{11} C A_i \sqrt{\frac{2\Delta P_i}{\rho}} \quad (12)$$

$$\text{veya } \Delta P_i = \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q_i}{K_{11} C A_i} \right)^2 \text{ ve } \Delta P_i = \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q}{K C A} \right)^2$$

yerlerine konarak,

$$A_c = \left(\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \frac{1}{A_3^2} \right)^{-1/2} \text{ veya } A_c = \left(\sum_i \frac{1}{A_i^2} \right)^{-1/2} \quad (13)$$

elde edilir. İki sızıntı bölgesinden seri akış için efektif akış için efektif akış alanı,

$$A_c = A_1 A_2 / (A_1^2 + A_2^2)^{1/2} \text{ 'dir.}$$

Seri ve paralel akış drında akış alanları, Şekil 5 gözönüne alınarak

$$A_{23c} = A_2 + A_3 \text{ ve } A_{456c} = A_4 + A_5 + A_6$$

olduğundan; efektif akış alanı,

$$A_c = \left(\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_{23c}^2} + \frac{1}{A_{456c}^2} \right)^{-1/2} \quad (14)$$

şeklindedir.

Benzer şekilde, merdiven kovasından binaya ve buradan dışarıya olan efektif akış alanı

$$A_{SB/BC} = \frac{A_{SB} \cdot A_{BD}}{(A_{SB}^2 + A_{BD}^2)^{1/2}} \quad (15)$$

Merdivenle bina arasındaki basınç farkı

$$\Delta P_{SB} = \Delta P_{SOa} + \frac{z \cdot K_s \cdot \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_s} \right)}{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2} \quad (16)$$

veya

$$\Delta P_{SB} = \frac{\Delta P_{SO}}{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2} \quad (17)$$

ve merdivenle dışarı arasındaki basınç farkı

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SB} (1 + A_{SB}/A_{BO})^2 \quad (18)$$

yazılabilir.

6. BASINÇLANDIRMA HAVASI

Pozitif basınçlandırılmış merdiven kovanında (hava akışının yönü tüm merdiven kovası yüzeyi boyunca merdiven kovanından dışarı yönlüdür.) merdiven kovanından dışarıya akış, diferansiyel formda;

$$dQ = C A_{hc} \left[\frac{2 \Delta P_{01}}{\rho} \right]^{1/2} dy \quad (19)$$

Burada; $A_{hc} = N \cdot A_{SBOc} / H$ (m²/m) birim yükseklik başına efektif akış alanı A_{SBOc} (m²) merdivenden binaya ve dışarıya olan efektif akış alanı, H (m) merdiven kovası yüksekliği, N kat sayıdır.

Merdivenle dışarı arasındaki basınç farkı için (16) ve (19) denklemlerinden yararlanarak

$$dQ = \frac{N C A_{SBOc}}{H} \left[\frac{2(\Delta P_{SOa} + K_s (1/T_a - 1/T_s) y)}{\rho} \right]^{1/2} dy \quad (20)$$

ve $y=0$ 'dan $y=H$ arasında integre edilerek ΔP_{SOa} ve ΔP_{SO1} merdivenin tabanındaki ve tepesindeki dışarı ile olan basınç farkı olmak üzere;

$$Q_{SBO} = \frac{2}{3} N C A_{SBOc} \frac{2^{1/2}}{\rho^{1/2}} \cdot \frac{\Delta P_{SO1}^{3/2} - \Delta P_{SOa}^{3/2}}{\Delta P_{SO1}^{1/2} - \Delta P_{SOa}^{1/2}} \quad (21)$$

elde edilir. $\Delta PSO = \Delta PSB (1 + ASB / ABO)^2$ şeklinde olduğundan, merdivenden binaya akış hacimsel debisi (m³/S),

$$Q_{SB} = K_q \frac{N \cdot A_{SB}}{\rho^{1/2}} \left[\frac{\Delta P_{SBi}^{3/2} - \Delta P_{SBa}^{3/2}}{\Delta \rho_{SBi} - \Delta P_{SBa}} \right] \quad (22)$$

elde edilir. Burada $\Delta PSBa$ (Pa) merdiven tabanındaki bina ile basınç farkı, $\Delta PSBb$ (Pa) merdiven tepesinde bina ile basınç farkı, $K_q = 0.613$ ($C = 0.65$ için)'dir. İngiltere standartlarına göre, binada basınçlandırılmış alanlarla basit lobiye açılan kapılar kapalıyken tasarlanan basınçlandırma seviyesi hiçbir zaman 60 Pa'dan fazla veya bina yüksekliği 12 m'ye kadar 8 Pa ve daha yüksek binalarda 12 Pa basınçtan az olmamalıdır.

Basınçlandırılmış alanlara açılan kapıların kapanması için gerekli minimum kuvvet normal kullanımda uygulanan kuvvete eşit olmalıdır. Küçük çocukların yalnız olarak buldukları binalarda kendi kendine kapanan kapılar gereklidir. Basınçlandırılmış alanlardan dışarı açılan kapılar basınca karşı kapıyı kapatabilecek bir kapatıcıya sahip olmalıdır. Yangın durumunda kapıların açık bırakılma ihtimaline karşı basınçlandırılmış hacimlerin kapılarını kendi kendine kapanabilir olmasına özen gösterilmelidir. Yukarıda verilen basınçlandırma seviyeleri merdiven boşluğu içindir. Eğer mümkünse lobiler ve koridorlar için kullanılan seviyeler aynı olmalıdır. Fakat istenirse bu alanlarda kullanılan seviyeler biraz düşük olabilir. Ancak merdiven boşluğu ile lobiler (veya koridorlar) arasındaki seviye farkı 5 Pa'dan fazla olmamalıdır.

7. SONUÇ

Duman kontrol sistemleri; binanın yüksekliğine, kullanım amacına, katlardaki insan sayısına ve kat genişliğine, kapı özelliklerine, sızıntı alanlarına, ısıtma-havalandırma sistemlerinin özelliklerine, rüzgar hızına ve hakim rüzgar yönüne, dış sıcaklığa ve daha birçok binanın özelliklerine ve çevre şartlarına bağlıdır. En büyük faktör ise sızıntı alanları ve açık kapı Donan kontrol sistemlerinin tasarımı için esaslarının belirlenmesi ve bu konuda oluşturulması gerekmektedir. Özellikle bölgelere göre rüzgar hızları ve esas alınarak dış sıcaklık belirlenmelidir.

KAYNAKÇA

- 1) Klote, J. H. ve J. A. Milke; Desing of Smoke Management Systems, ASHRAE Society of Fire Protection Engineers; (1992).
- 2) British Standard, 5888 Part 4, (1978)
- 3) Yangından Korunma Yönetmelikleri; Türkiye Yangından Korunma Vakfı, Yayın No:2, (1994).
- 4) Life Safety Code; NFP 101, National Fire Protection Association (1991).
- 5) Tuncel, E. S.; Yüksek Binalarda Merdiven Kovalarının Basınçlandırılması; İTÜ Bitirme Ödevi (1994)
- 6) Açıkalın, B.; Duman Kontrol Sistemleri; Tesisat Dergisi, Sayı 15, s. 169-173(1995).

* Bu makale II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir, Ekim 1995'den alınmıştır.