



TMMOB

TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ DERGİSİ

Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki

Sayı : 11

TTMD

Adına Sahibi
Bekir Erdiñ Boz

Yazı İşleri Müdürü
Abdullah Bilgin

Genel Yayın Yönetmeni
Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç

Yayın Kurulu

Gürkan Arı
İ. Zeki Aksu
Ali Rıza Dağlıoğlu
Abdullah Bilgin
Aytekin Çakır
Dr. İbrahim Çakmanus
Erbay Çerçiođlu
Orhan Gürson
Halim İman
Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç
Selami Orhan
Fevzi Özel
E. Aybars Özer
Seden Çakırođlu Özteker
Tayfun Sümbül
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Günerhan

Dergi Yayın Sorumlusu
Gülten Acar

İletişim

Bestekar Sk. Çimen Apt.
No: 15/2 06680 Kavaklıdere-Ankara
Tel: 0.312. 419 45 71 - 419 45 72
Faks: 0.312. 419 58 51
web: <http://www.ttmd.org.tr>
e-mail: ttmd@ttmd.org.tr

TTMD Yönetim Kurulu

Bekir Erdiñ Boz (Başkan)
Abdullah Bilgin (Başkan Yrd.)
Halim İman (Başkan Yrd.)
Hüseyin Erdem (Başkan Yrd.)
İbrahim Çakmanus (Genel Sekreter)
C. Selçuk Bayer (Muhasip Üye)
İbrahim Akdemir (Üye)
Hırant Kalataş (Üye)
Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç (Üye)
İ. Zeki Aksu (Üye)
Gökhan Özbek (Üye)
Cafer Ünlü (Üye)
Sarven Çilingirođlu (Üye)

34. Sayının Ekidir

Merdiven Yuvası Basınçlandırma Sistemleri

F. Esra Kırkaç, Mak. Müh.

Bir binadaki yangın esnasında, kaçış yollarının bir parçası olan merdiven yuvaları, bina sakinlerinin binayı tahliyesi esnasında kullanılabilir durumda olmalıdır. Merdiven yuvasına duman girişinin önlenmesinin yolu, yeteri kadar hava miktarının merdiven yuvasına fanlar vasıtasıyla basılmasıdır. Bu işlem merdiven basınçlandırılması olarak adlandırılır. Basınçlandırma duman kontrolü, baca etkisi, rüzgar etkisi ve yangın (sıcaklık) etkisini yenerek gerçekleştirir.

BÖLÜM 1

Basınçlandırma ile Duman Kontrolü - Esaslar

1.1. Ana Prensipler

Kapılar arasında oluşan yangın kaynaklı basınç farkları, yangının yayılmasına sebep olur. Basınç farklarını değiştirerek duman hareketlerini kontrol edilebilir.

Duman kontrolünün iki ana prensibi aşağıdaki şekilde açıklanmıştır ⁽¹⁾;

- Eğer ortalama hız yeterli büyüklükteyse hava akımı duman hareketini kontrol edebilir.
- Bir bariyerin önü ve arkası arasındaki basınç farkı duman hareketini kontrol etmekte rol oynayabilir.

Her ne kadar ikinci prensip birincisinin özel bir durumu olarak ele alınabilirse de, bir mühendislik problemi olarak bakıldığında bu prensipleri ayrı ayrı değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Geniş aralıklar - açık kapı vb. - hız
Küçük aralıklar - kapalı kapı vb. - basınç

Yukarıdaki esaslar tasarımın ve duman kontrolü için basınçlandırma sisteminin yeterli olarak kullanımının ana prensipleri'dir. Bu prensipler İngiliz Standartları BS5588 Bölüm 4: 1978 ve 5: 1991 'in temellerini oluşturur ve aynı prensipler Tablo 1'de listelenen birçok uluslararası standartlarda da görülebilir. (Her ne kadar Türkiye'deki Yangın Yönetmeliği farklılıklar gösterebilir bunlar temel tasarım kriterlerini fazla etkilemediğinden burada BS 5588 kart 4 ve 5 esas alınmıştır).

1.2. Üfleme Havası Parametreleri

Üfleme fanı debisini etkileyen en önemli parametreler aşağıdaki gibidir;

- Açık kapıdan geçen hava hızı,
- Etkin açık kapı sayısı,

a) Kapıdaki Hız

Thomas Denklemi⁽³⁾ 2.4 MW'lık yangının, dumanın 0.9 metrelik açıklıktan 3-4 m/s hızla geçişine sebep olduğu esasına dayanır. BS5588 Bölüm 4: 1978 bunu sabit açıklıklar için talep etmektedir.

Duman kontrolü için basınçlandırma yapılacak olan binalarda pratikte hızın bu büyüklüklere ulaşması mümkün değildir ve bir yaklaşım yapılması gereklidir. Yani kapıların zaman zaman açıldığı kabul edilerek hız düşürülebilir.

Tablo 1, 0.75 m/s ve 2 m/s arası hızları göstermektedir.
BS5588 Bölüm 4: 1978 kaçış süresince 0.75 m/s'ye kadar olan hızları tanımlamıştır.
BS5588 Bölüm 5: 1991 - 2 m/s yangın söndürme için alınmaktadır.

**TEBA ISITMA SOĞUTMA KLİMA TEKNOLOJİLERİ SAN. ve TİC. A.Ş.'NİN
KATKILARIYLA YAYINLANMAKTADIR**

Ülke	Standart	Basınç (Pa) Min. Max.	Kapıdaki hava hızı (m/s)	Etkin Açık Kapı Sayısı
İngiltere	BS5588 Bölüm 4:1978	50 60	0.75 m/sn	BİR (Yangın katında 2 kapı)
	BS5588 Bölüm 5:1991	İlgili değil	2.00 m/sn	ÜÇ (Yangın katında 2 kapı) (Çıkış ve asansör kapısı)
Avustralya	AS 1668 Bölüm 1	50 110	1 .00 m/sn	ÜÇ (2 Katta 2 kapı) (Çıkış kapısı)
Singapur	CP13	50 110	1 .00 m/sn	ÜÇ (2 Katta 2 kapı) (Çıkış kapısı)
Kanada	N.B.C.C. 1990	Belirtilmemiştir	4.72 m ³ /sn + 0.094 m ³ /sn (Her kapı için)	DÖRT (3 Katta 2 kapı) (Çıkış kapısı)
U.S.A. 1988	U.B.C.	37 -	Belirtilmemiştir	Belirtilmemiştir
	N.F.P.A. (92A)1988	45' e Kadar	Belirtilmemiştir	Belirtilmemiştir
UK Bölüm 4: 1998	BS 5588	50 60	Kaçış Merdiveni 0,75 Yangın Söndürme 2.00	BİR (A & C Sınıfı Sistem) İKİ (D Sınıfı Sistem) ÜÇ (E Sınıfı Sistem) ÜÇ (B Sınıfı Sistem)
Türkiye	Yangından Korunma Yönetmeliği	15 50	1.0	En az iç, bir dış kapı açık

Tablo 1. Çeşitli Standartların Karşılaştırılması

b) Açık Kapıların Sayısı

Bu parametrenin değişiminin fan debisi üzerinde çok büyük etkisi vardır. Tablo 1, BS5588 Bölüm 4 1978' de belirtilen 1 adet etkin açık kapıdan N.B.C.C. 1990 Kanada Standartlarında belirtilen 4 adet etkin açık kapıya kadar olan değişimleri göstermektedir. Fakat havanın açık kapıdan geçiş hızı ve açık kapı sayısı kombinasyonun yarattığı en büyük üfleme havası ihtiyacı BS 5588 Bölüm 5 1991' de 2 m/s ile 2 etkin açık kapı olarak tanımlanmıştır. (Not: Katlarda yangın esnasında binanın tahliyesinin kontrollü olması aynı anda çok sayıda kapının açılmaması ve kapıların duman ve yangına dayanıklı olması gerekmektedir).

1.3. Son Gelişmeler

BS 5588 Bölüm4 - 1978 yeniden gözden geçirilerek Nisan 1998'de tekrar yayınlandı.

Yeniden gözden geçirilen standart BS 5588 Bölüm 4: 1998, kaçış durumunda yangın katındaki açık kapılardaki hava hızını yine 0.75 m/s alırken, ihtiyaç duyulan üfleme hava debisini hesaplamak için 3 adede kadar etkin kapının açık olması kuralını getirmiştir. Açık kapı sayısı binanın kullanımına ve tipine göre değişir ancak bu değişiklik 1978 standardına göre üfleme havası debisini artırmaktadır.

Buna ek olarak BS5588 Bölüm 4-1998 standardı, BS5588 Bölüm 5-1991'de belirtilen

yangın söndürmede basınçlandırma sisteminin ihtiyaçlarını da içerirken, hala üç etkin açık kapıda 2 m/s'lik hava hızı en yüksek üfleme havası ihtiyacını doğurur. Bu anlatımdaki hesaplar BS5588 Bölüm 4: 1998'e göre yapılmıştır.

BÖLÜM 2

Neden Basınçlandırma?

2.1. Duman Kontrolünün Amacı

Yukarıda da belirtildiği üzere herhangi bir duman kontrol sisteminin amacı insanların kaçması veya güvenli bir alana gitmesine yetecek kadar süre boyunca kaçış yollarının duman ve toksik gazlardan arındırılmasıdır. İlave olarak, yeterli bir duman kontrol sistemi yangınla ve artan dumanla mücadele edenlere yardımcı olacaktır.

2.2. Duman Havalandırması

Park yerleri, alışveriş merkezleri ve sergi salonları gibi büyük ve içinde geniş boşluklar olan binalarda duman kontrolünün en yaygın metodu havalandırma ile dumanın alandan dışarı atılmasıdır. Sıcak yangın dumanını tahliye eden aksiyel fanlardaki büyük gelişmeler 1980'li yıllarda gerçekleşmiş olup bu, 1990 yılında BS 7346 Bölüm 2' nin yayınlanmasına sebep olmuştur⁽⁵⁾.

Merdiven alanlarının, lobilerin ve koridorların kaçış yolu olarak kullanıldığı çok mekanlı binalarda duman tahliyesi yapmak durumu zorlaştırmaktadır. Örneğin Şekil 1' de göste-

rilen duman tahliye sistemi kaçış yolunda negatif basınç yaratarak dumanın koruma gerektiren mahallere doğru gitmesine yol açacaktır.

2.3. Basınçlandırma

Şekil 2'de görüldüğü üzere kaçış yollarına taze hava üfleterek dumanı yangın mahalinde tutmak suretiyle güvenli çıkış alanı yaratılabilir veya koruma gerektiren mahallerde pozitif basınç oluşturulabilir.

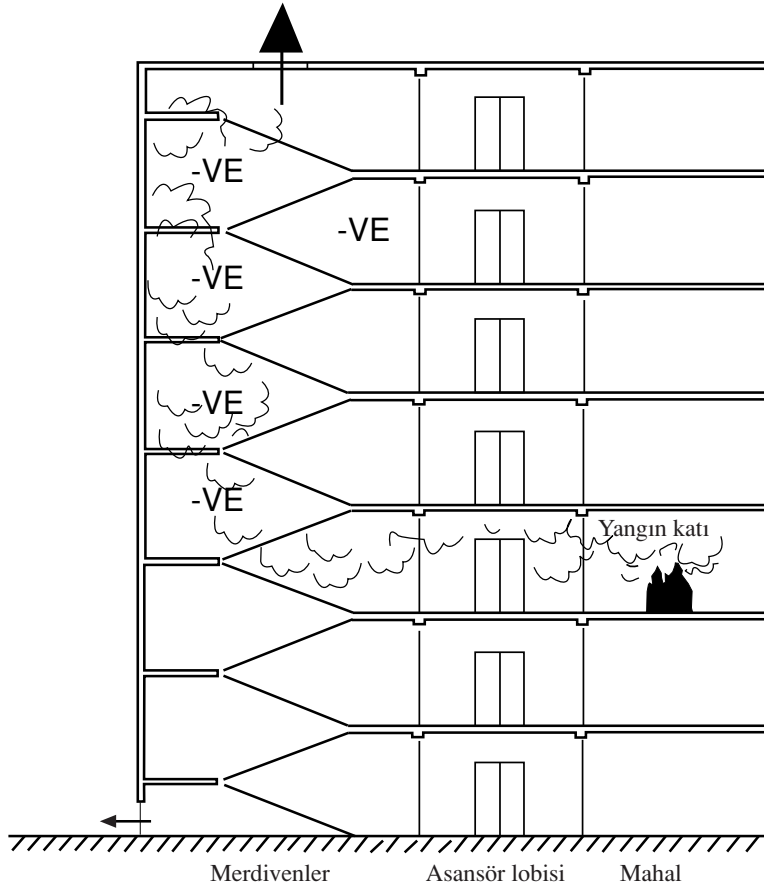
Basınçlandırma sisteminde kaçış yollarının çevre mahallere göre daha yüksek basınçta olmasını sağlamak amacıyla hava akışı basınçlandırılacak mahallerden dışarı doğru olmalıdır.

2.4. Basınçlandırma Sisteminin Tarihi

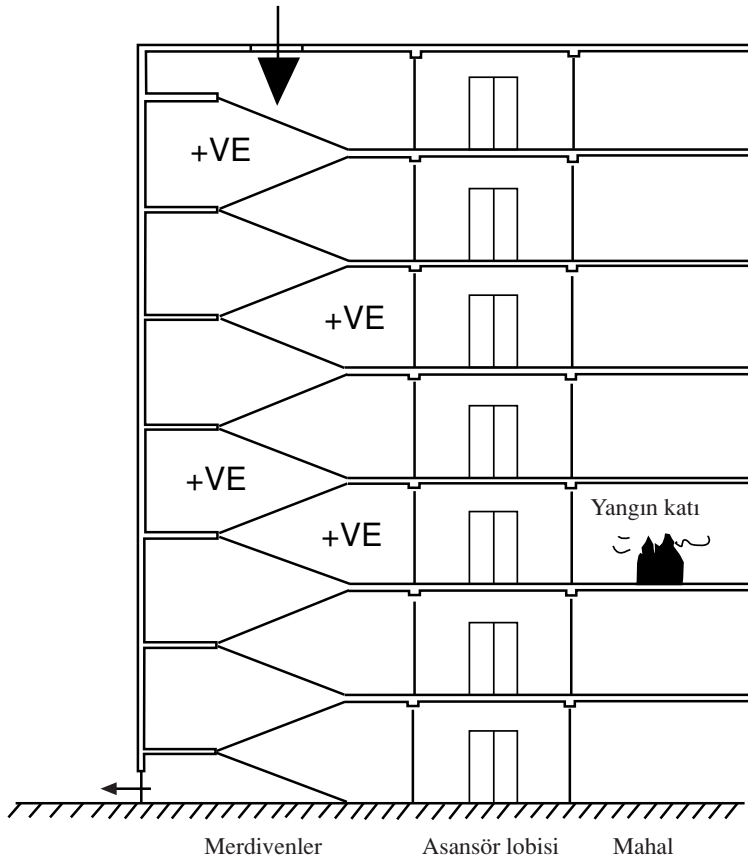
Basınçlandırma düşüncesi yeni değildir. 50 yıldan uzun zamandır basınçlandırma sistemleri mekanları tozdan, zararlı maddelerden koruma ve ameliyathanelerde steril şartların sağlanması amacıyla vb. kullanılmaktadır.

Duman kontrolü için basınçlandırmanın kullanılması İngiltere ve Avustralya'da 1950' lerde başlamıştır.

Yangından korunma yöntemi olarak basınçlandırmanın kullanılmasına izin veren ilk standart Avustralya'da 1957' de yayınlanmıştır.



Şekil 1. Havalandırma ile Duman Kontrolü



Şekil 2. Basınçlandırma ile Duman Kontrolü

İngiltere'de 1960 ve 1970'lerde araştırmalar devam etmiş ⁽⁶⁾ ve 1978 yılında BS 5588 Bölüm 4' ün yayınlanmasıyla sonuçlanmıştır ⁽⁷⁾. Bu standart yeniden gözden geçirilmiş ve Nisan 1998'de BS5588 Bölüm 4: 1998 olarak tekrar yayınlanmıştır ⁽⁸⁾.

BÖLÜM 3

Basınçlandırma Sistemi

3.1. Basınçlandırma Sisteminin Elemanları

Basınçlandırma sistemi Şekil 3' de gösterildiği gibi iki ana bölümden oluşmaktadır.

- Yeterli basınç seviyesini veya hava hızını sağlamak için korunan bölgeye hava üfleme amacıyla tasarlanmış sistem.
- Yangın katından geçerek binanın basınçlandırılmamış alanlarına doğru basınçlı havanın kaçmasını sağlayan hava egzost sistemi.

Bu fanlı veya doğal metotla yapılabilir. Kullanılan fanlar sıcak yangın dumanına dayanıklı ve BS 7346 Bölüm 2 (Ref 5)'e uygun olmalıdır.

3.2. Üfleme Havası Sistemleri

Basınçlandırma sisteminin iki ve bazen üç çalışma modu vardır.

MOD 1. Algılama Safhası:

Merdiven, koridor gibi korunan alanlarda bütün kapılar kapalıyken basınç farkı gerekli miktarda (İngiltere'de 50 Pa) artırılmalıdır (Şekil 4).

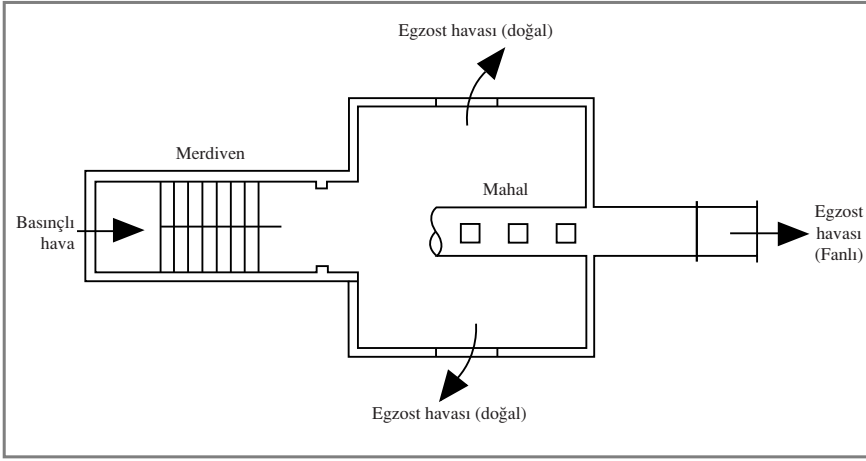
MOD 2. Kaçış Safhası:

Diğer bazı kapılar açıkken yangın katında açık kapı(lar)daki hava hızını 0.75 m/s tutmak veya diğer bazı kapılar açıkken ve yangın katı kapıları kapalıyken +10 Pa basınç farkı oluşturmak gerekmektedir (Şekil 7-9).

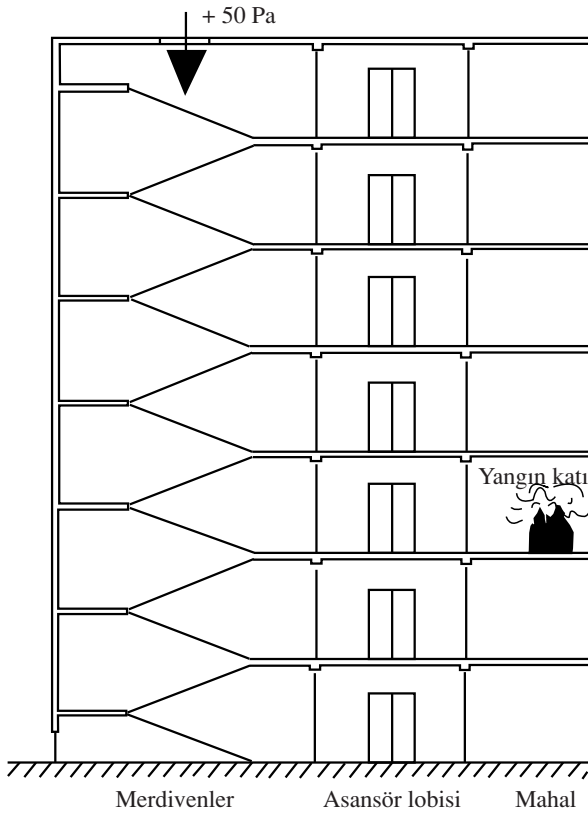
MOD 3. Yangın Söndürme Safhası:

Diğer bazı kapılar açıkken yangın katında açık kapı(lar)da belirlenmiş hava hızının 2m/s tutulması gerekir.

Duman kontrolü için bütün basınçlandırma sistemlerinde algılama safhası (Mod 1) vardır. Yeni standart BS5588 Bölüm 4: 1998, KAÇIŞ SAFHASI'nı (Mod 2) binanın tipi ve kullanımına göre sınıflandırır.



Şekil 3. Basınçlandırma Sisteminin Elemanları



Şekil 4. Algılama Safhası - Bütün kapılar kapalı (Mod 1)

Sistem Sınıfı	Kullanım Alanı
A	3 korumalı kapı için tasarlanmış ikamet edilen korumalı ev ve binalar (Şekil 5)
B	Yangın söndürme şaftlarının korunması (Şekil 6)
C	Ticari binalar (ani tahliye kullanılarak) (Şekil 7)
D	Otel, yurt ve kurumsal binalarda (Şekil 8)
E	Tahliye safhası (Şekil 9)

Tablo 2. Basınçlandırma ile duman kontrolü için binaların

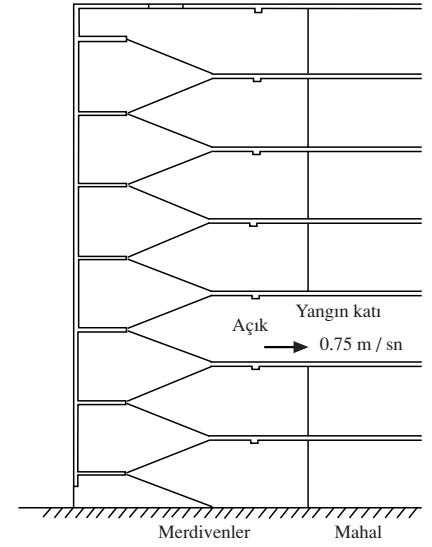
Yangın söndürme (Mod 3) bu sınıflandırmada bulunmaktadır. BS5588 Bölüm 5: 1991'den alınan sistem ihtiyaçları bütün bina tipleri için aynıdır.

Yeni standartdaki en önemli değişiklik, kaçış safhasında (Mod 2) C, E ve D sınıfı sistemlerinin hem hız hem basınç kriterlerinin olmasıdır.

Basınçlandırma sisteminin bu sınıfları Tablo 2'de de detaylı olarak verilmiş olup, her birinin şartları aşağıda tartışılmıştır.

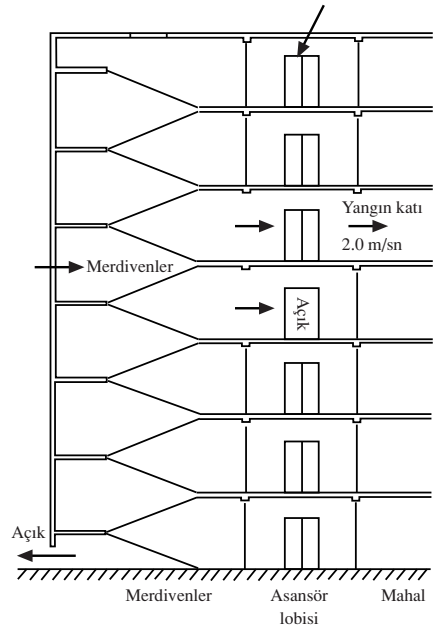
“A” Sınıfı Sistemler - Kaçış Safhası - Mod 2

Basınçlandırılmış alandan yangın katına doğru açık kapı(lar)da 0.75 m/sn hava hızı yaratmak gerekir (Şekil 5).



Şekil 5. Hız Kriteri

“B” Sınıfı Sistemler - Yangın Söndürme Safhası - Mod 3



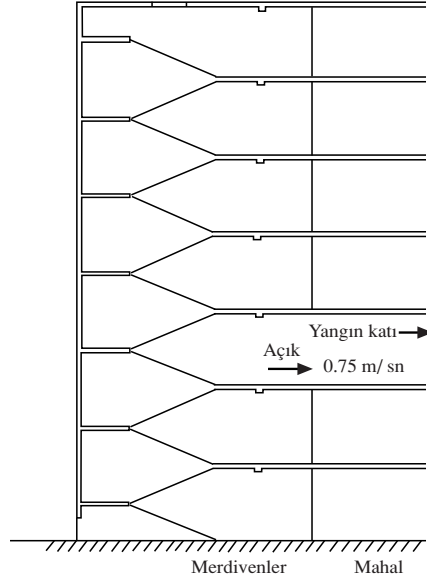
Şekil 6. Hız Kriteri

Şekil 6'da gösterilen kapı durumları için basınçlandırılmış alandan yangın katına doğru açık kapılarda 2 m/sn hava hızı yaratmak gerekir.

Bu durum BS5588 Bölüm 5:1991⁽⁹⁾'de belirtilen basınçlandırma ihtiyacını oluşturur. Şu anda BS5588 Bölüm 4:1998'de "B" Sınıfı olarak belirtilmiştir.

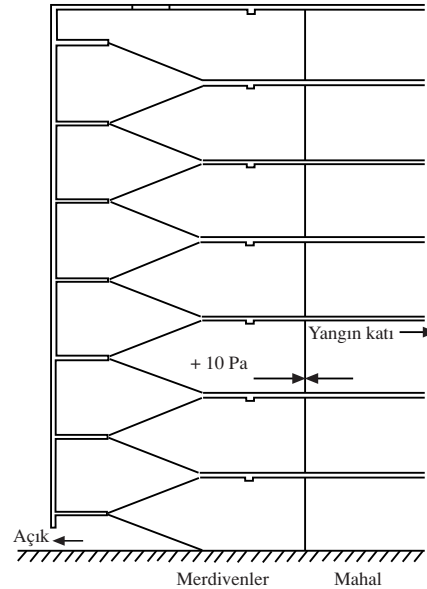
BS5588 Bölüm 5: 1991 itfaiyeciler tarafından kullanılacak olan merdiven ve asansörlerin dizaynına yönelik tavsiyeler içermektedir.

"C" Sınıfı Sistemler - Kaçış Safhası - Mod 2



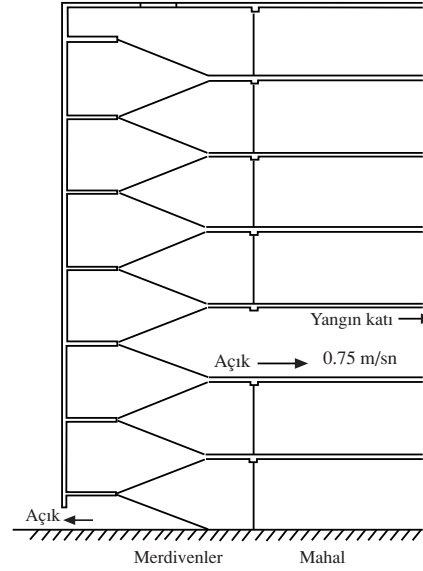
Şekil 7 (a). Basınç Kriteri

(a) Basınçlandırılmış alandan yangın katına doğru açık kapılarda 0.75 m/sn hava hızı yaratılmalıdır (Şekil 7a).



Şekil 7 (b). Basınç Kriteri

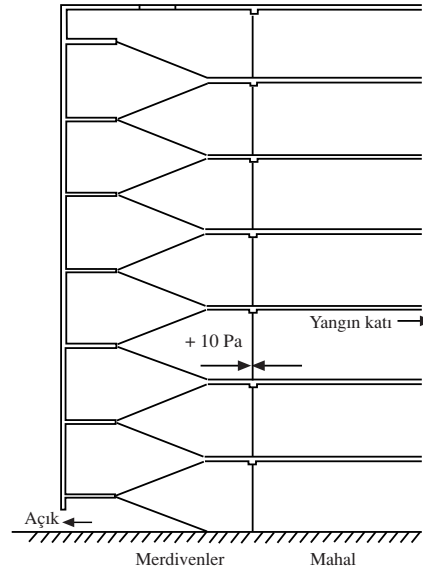
(b) Son çıkış kapısı açıkken, kapalı yangın kapısının önü ve arkası arasında +10 Pa'lık basınç farkı korunmalıdır (Şekil 7b).



Şekil 8 (a). Hız Kriteri

"D" Sınıfı Sistemleri - Kaçış Safhası - Mod 2

(a) Son çıkış kapısı açıkken basınçlandırılmış alandan yangın katına doğru açık kapılarda 0.75 m/sn hava hızı sağlanmalıdır (Şekil 8a).



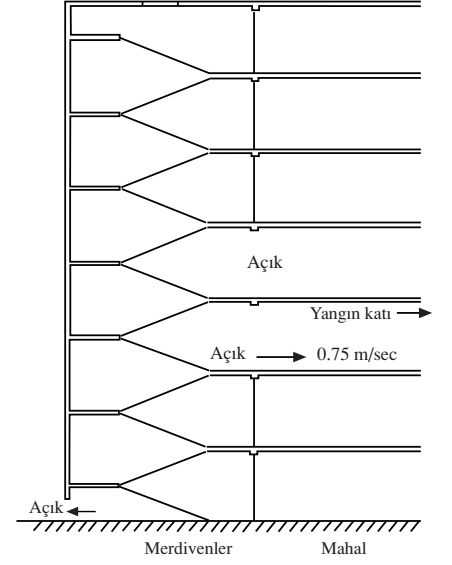
Şekil 8 (b). Basınç Kriteri

(b) Son çıkış kapısı açıkken, kapalı yangın kapısının önü ve arkası arasında +10 Pa'lık basınç farkı korunmalıdır (Şekil 8b).

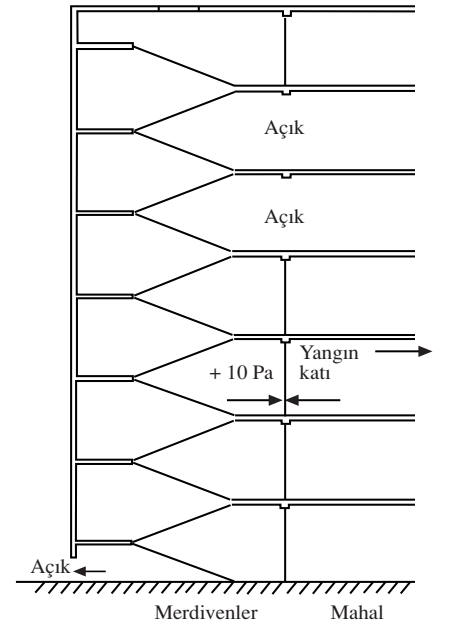
"E" Sınıfı Sistemler - Kaçış Safhası - Mod 2

(a) Son çıkış kapısı ve başka bir kapı daha açıkken basınçlandırılmış alandan yangın katına doğru açık kapılarda 0.75 m/sn hava hızı yaratılmalıdır, (Şekil 9a).

(b) Son çıkış kapısı ve başka iki kapı daha açıkken, kapalı yangın kapısının önü ve arkası arasında +10 Pa'lık basınç farkı korunmalıdır (Şekil 9b). Not: Burada +10 Pa olarak verilen minimum basınç Türkiye yangın Yönetmeliği'nde 15 Pa'dır.



Şekil 9 (a). Hız Kriteri



Şekil 9 (b). Basınç Kriteri

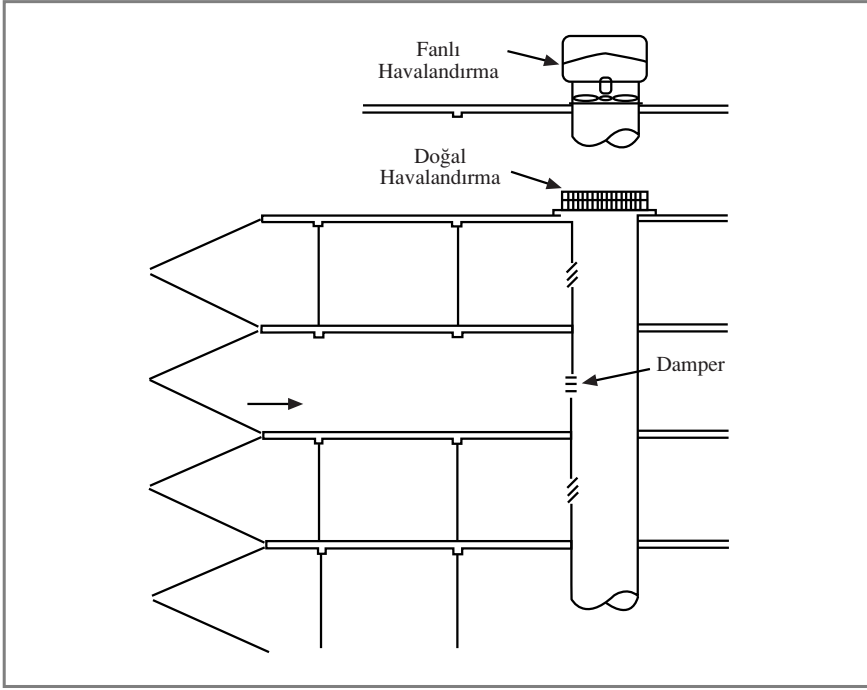
3.3. Hava Egzost Sistemleri

Hava egzost sistemi, üfleme havasının yangın katından binayı terketmesi yolunda düşük direnç sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. (Bu sistem Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği'nde zorunlu tutulmamıştır).

Bu, aşağıdaki dört metottan biri ile sağlanabilir.

a) Binanın dışındaki camlardan sızıntı ile. Ancak bu yöntem pratikte gerçekçi değildir. Sağlanan alan yetersizdir.

b) Binanın çevresinde otomatik olarak açılan pencere veya menfezlerden. Bu, ilgili mekânın havalandırılması için yeterli miktarda dış cephesinin olması durumunda mümkündür.



Şekil 10. Düşey kanal ile egzost sistemi

2. çalışma modu her katta basınçlandırılmış merdiven için havalandırılmış alanın 0.5'ine ihtiyaç duyar.

c) Yangın katındaki damperleri otomatik olarak açılacak şekilde ayarlanmış, binanın ortasından geçecek olan düşey bir kanalın tedarik edilmesi (Şekil 10). Her ne kadar düşük direnç için kanalın boyutu (kesiti) sorun oluştursa da bu genellikle en iyi çözümdür.

d) Mekanik güç ile basınçlandırılmamış alandan emiş yapılması. Bu, aşağıdaki iki yöntemle yapılabilir;

i. Hem kanalın direncini yenmek hem de sıcak dumanı çıkarmak için Şekil 10' daki dikey kanalı bir egzost fanı ile beraber temin etmek, böylece kanal boyutu küçültülebilir.

ii. Basınçlandırılmamış alanlardaki mevcut herhangi bir mekanik egzost sistemini kullanmak.

Yangın tesisatına egzost sistemi ilave iki avantaj sağlayabilir.

1) Egzost fanı egzost açıklığı veya menfezlerinin yaratacağı direnci yenmek için seçilecektir. Kapılar açıkken, merdivenlerdeki bu artan basınç düşerken beraberinde son çıkış kapısından binayı terkeden hava miktarı da düşecektir - açık olarak belirtilen sistemde. Bu durum sisteme daha az miktarda havanın üflenmesine neden olacaktır (paragraf 5.6'ya bakınız).

2) Sistem, basınçlandırma sisteminin üflediği havadan daha çoğunu emmek için tasarlanabilir. Bu durum yangın alanında binanın diğer bölgelerine göre negatif bir basınç yaratılarak bütün hava akışının yangın alanına doğru yönlendirilmesi sağlanır. Böylece binanın yangından etkilenmemiş bölümlerine tanımlanmamış sızıntı yollarından duman girişi önlenmiş olur.

B, D ve E sınıfı sistemlerde ihtiyaç duyulan yüksek debilerin egzost edilmesi için mekanik egzost tek yol olabilir.

3.4. Çalışma Basamakları

Basınçlandırma sisteminin çalışma modları 2 basamakta düzenlenebilir.

Birinci basamak

Kapalı - acil durum dışında: (Tek kademeli basınçlandırma sistemi).

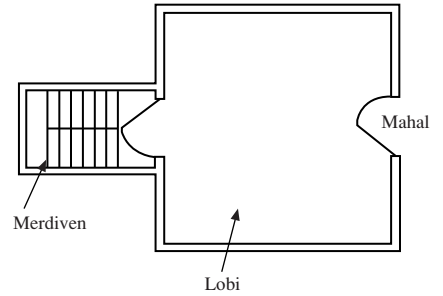
İkinci basamak

Açık - düşürülmüş kapasitede sürekli çalışır halde - acil durum dışında; (İki kademeli basınç sistemi).

3.5. Basınçlandırılacak Alanlar

a) Sadece Merdiven Yuvası

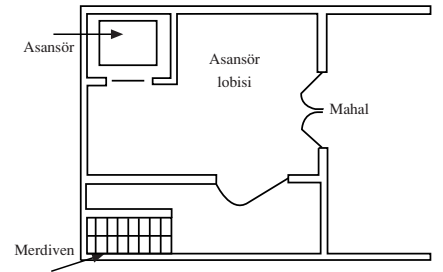
Yangın kontrol sistemi kaçış yolunun sadece düşey bölümüne koruma sağlayacaktır. Bu sistem, merdivenler oturma alanlarına doğrudan veya basit bir lobi ile bağlandığında kullanılacaktır, yani asansör, tuvalet veya hava kaçışına sebep olacak başka yolların bulunmadığı lobi durumunda (Şekil 11).



Şekil 11. Basit lobili merdiven

b) Lobi ve Merdiven

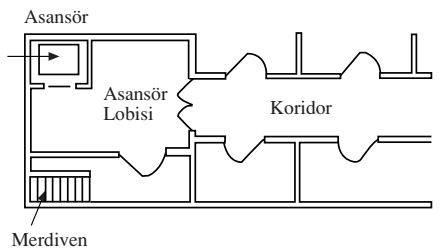
Lobi'nin asansörlere açıldığı, tuvalet veya diğer bağlı odaların bulunduğu yerlerde tek fana bağlı, iki kanallı sistem hem merdiven hem asansör lobisinde gereklidir (Şekil 12).



Şekil 12. Asansör lobili merdiven

c) Merdiven, Lobi ve Koridor

İlave çıkışlar kullanılarak lobi basınçlandırma sistemini koridora kadar genişletmek gerekir (Şekil 13). Sadece koridorun yapısının 30 dakika veya daha fazla yangına dayanıklı olduğu yerlerde kullanılır.



Şekil 13. Asansör lobili ve koridorlu merdiven

d) Asansör Şaftı

Genelde sadece yangın söndürmede kullanılır (BS 5588 Bölüm 5). Merdiven basınçlandırma sistemiyle ilgilenildiğinde asansör lobisi basit lobiye dönüşür. Basınçlandırılmış asansör şaftı ile havanın buradan kaçacağı yol yoktur. Merdiven ve asansör şaftı ayrı kanallı tek fanla basınçlandırılabilir.

BÖLÜM 4

Basınçlandırma Sisteminin Hava İhtiyacı

4.1. Dizayn Altyapısı

Herhangi bir hava hareket sistem dizaynı, "bu sistemin çalışması için gerekli hava debisi nasıl bulunabilir?" sorusuna cevap içerir. Duman kontrolü için dizayn edilen bir basınçlandırma sisteminde cevaplandırılması gereken öncelikli bir soru vardır; "Dumanın kaçış yollarına geçişini önlemek için ne kadarlık bir basınç (veya hız) yaratılmasına ihtiyaç vardır?" Bu soruların her ikisinin cevabı da 1960 ve 1970' li yıllar boyunca P. J. Hobson ve L. J. Stewart tarafından yapılan araştırmalar sonunda bulunmuştur ⁽⁶⁾. Bu çalışma, 1978 yılında İngiltere Basınçlandırma Sistemleri Standartı BS5588 Bölüm 4' ün yayınlanmasına öncülük etmiş ⁽⁷⁾ ve şimdi yeni standart BS5588 Bölüm 4: 1998 ⁽⁸⁾ bu standardın yerini almıştır.

4.2. Basınç Seviyeleri

Stewart ve Hobson dumanın bina dışına yayılmasına etki eden faktörler üzerinde çalışmışlardır. Sonuçta duman kontrolü için tasarlanan basınçlandırma sistemi için izlenecek bir yol bulmuşlardır. Tablo-3' de bu detaylar verilmiştir.

Alçak binalarda daha düşük basınçlar kabuledilebilir olsa da çalışma Modu 1 için 50 Pa seviyesindeki dizayn basıncı burada oluşturulmuştur. (Türkiye Yangın Yönetmeliği'nde de aynı değer geçerlidir).

4.3. Hava Üfleme Debisi

Dumanı dağıtmadan tutmak için gerekli olan basınç seviyesi bulununca, bu basıncı yaratmak için kaçış yoluna üflenmesi gereken hava debisi hesaplanabilir.

Bu formül yine HOBSON ve STEWART'ın çalışmalarından ortaya çıkmış olup eşitlik (1)'de verilmiştir.

$$Q = 0.83 A_E P^{1/n} \quad (1)$$

Q : İhtiyaç duyulan hava debisi (m³/s)

A_E : Hacimdeki sızıntı alanı (m²)

P : Basınç farkı (Pa)

n : Sızıntı faktörü

Binanın Yüksekliği (m)	Yangın Basıncı (Pa)	Rüzgar / Baca Etkisi (Pa)	Dizayn Basıncı
5	8.5	8.0	2.5
25	8.5	10.5	2.5
50	8.5	13.0	5.0
100	8.5	19.5	5.0
150	8.5	29.5	5.0

Tablo 3. Dizayn Basınçları

Kapı vb. gibi geniş sızıntı alanları için; n=2; pencere aralıkları gibi küçük sızıntı alanları için; n=1.6 alınabilir. Dumanı kapıların arkasında tutmak amacıyla dizayn edilen basınçlandırma sistemi için de aynı eşitlik geçerlidir.

4.4. Kapı Sızıntı Alanı

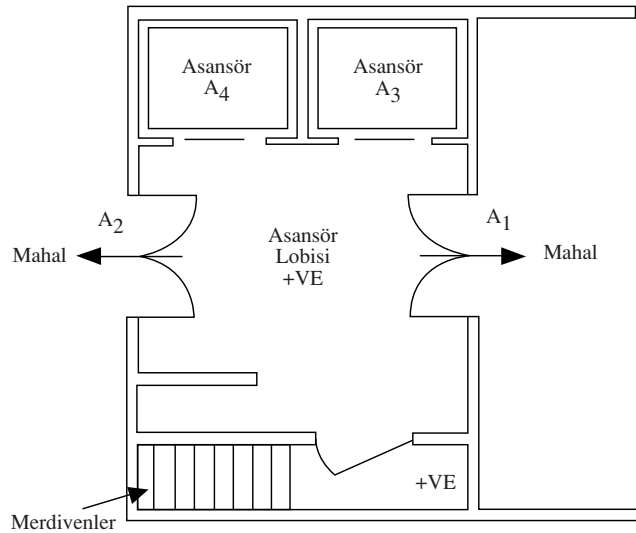
Etkin kapı sızıntı alanı Tablo 4' de verilen değerler kullanılarak tahmin edilebilir⁽⁷⁾. Bu değerler sadece boyutları ve tipleri gösterilen kapılar için geçerlidir.

Kapının Tipi	Boyut	Kaçak Uzunluğu (m)	Sızıntı Alanı (m ²)
Basıncılı alana açılan Tek kanatlı	2 m x 800 mm	5.6	0.01
Dışarı açılan Tek kanatlı	2 m x 800 mm	5.6	0.02
Çift kanatlı	2 m x 1.6 m	9.2	0.03
Asansör kapısı	2 m yükseklik x 2 m genişlik	8.0	0.06

Tablo 4. Kapıların Çevresindeki Tipik Kaçak Alanları

Tek açıklık için (bir kapı) A_E= kapının net alanıdır. Şekil 14'de görüldüğü üzere basınçlandırılmış mahale PARALEL olarak bağlanmış birçok açıklık veya kapı bulunabilir. Bu durumda eş değer sızıntı alanı bu alanların toplamıdır.

$$A_E = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots \text{veya } A_E = \sum_{i=1}^m A_i \quad (2)$$



Şekil 14. Paralel Kapılar

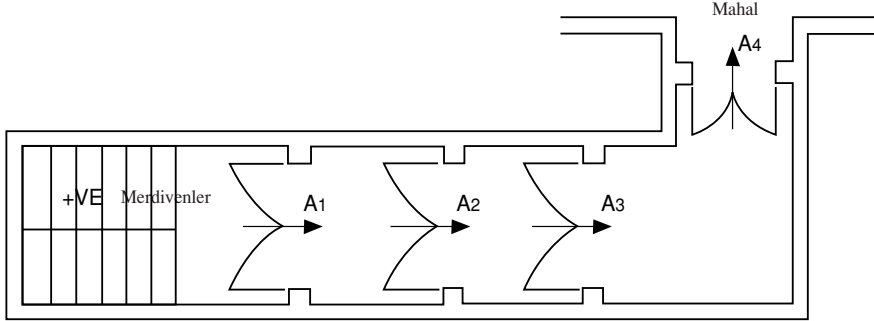
Kaçış yolu boyunca SERİ olarak bağlanmış birçok açıklık veya kapı durumunda eş değer sızıntı alanı eşitlik (3)'deki gibi hesaplanabilir.

$$A_E = [1/(A_1)^2 + 1/(A_2)^2 + 1/(A_3)^2 + 1/(A_4)^2]^{-1/2} \text{ veya } A_E = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{A_i^2} \right)^{-1/2} \quad (3)$$

Burada m kapı ve pencere sayısı, A_i herhangi bir elemandan olan sızıntı alanıdır.

Seri olan iki kapı için formül aşağıdaki biçimde sadeleştirilebilir.

$$A_E = \frac{(A_1 \times A_2)}{(A_1^2 + A_2^2)^{-1/2}} \quad (4)$$



Şekil 15. Seri Kapılar

Her ne kadar kaçış yolundaki efektif alanı bu yolla tahmin etmek de her binada her zaman bilinmeyen başka sızıntılar vardır. Bunun için standartlar hesaplanan üfleme havası debisinin en az %50 artırılmasını şart koşar (Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliğinde bu konuda bir şart yoktur, ancak artırmada yarar vardır).

4.5. Açık Kapıdaki Hız

Bir çok kapının açılması gibi büyük açıklıkların oluşması durumunda bu dizayn basınçları korunamaz. Böyle bir durumda, eğer basınçlandırılan alan dışında bulunan açık kapıdaki hava hızı yeterince yüksekse, dumanın kaçış yoluna girmesi engellenebilir.

Eğer basınçlandırma sistemi dumanı hız vasıtasıyla kontrol edecekse, iki muhtemel durum vardır. Bu iki durum İngiliz Standartlarında aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

a) Kaçış Yolları

Aralıklarla da olsa, insanlar kaçarken kapıların açılması kaçınılmazdır. BS5588 : Bölüm 4:1998 bütün kaçış sistemleri sınıfları için yangın katında açık kapılardaki hava hızını 0.75 m/sn olarak belirler (hız kriteri). Buna ek olarak "C", "D" ve "E" sınıfı sistemler yangın katında kapalı kapıların önu ve arkası arasında +10 Pa'lık basınç farkına ihtiyaç duyar (basınç kriteri). Şekil 7'den 9'a kadar bu şartlar detaylandırılmıştır. C sınıfı sistemlerde bu basınç kriteri üfleme havası için en yüksek ihtiyacı oluştururken, bazen E ve F sınıfı sistemlerde yangın katından egzost yapılmasını gerektirir.

b) Yangın Söndürme

Yangın anında ekipler dumanın içinde boğulmadan içeri girmek amacıyla yangın katındaki kapıları açmak ihtiyacı duyarlar. B5 standardı bunun başarılması için 2 m/sn'lik hava hızına ihtiyaç olduğunu ifade eder. Bu durumlardaki hava debisi, algılama aşamasında ihtiyaç duyulan 50 Pa'lık basıncı sağlamak için gerekli hava debisinden yüksektir (Mod 1). Öyleyse merdiven vb. yerlerde basıncın insanların kaçış yolundaki kapıları açmalarını zorlaştıracak veya imkansızlaştıracak seviyelere çıkmasını engellemek için üfleme sisteminin değişken debili olması gerekir. Yeni standartlara göre maksimum kapı açma gücü kapı kolunda 100 Newton ile sınırlanmıştır. Bu limite göre tavsiye edilen basınç +60 Pa'dır. (Bunları sağlamak için sistemler frekans kontrolü olması ve / veya emniyet damperleri kullanılması gerekir).

4.6. Basınçlandırma Sisteminin Şartları

a) Sadece kaçış amaçlı olarak kullanılan yolları korumak amacıyla dizayn edilen bir basınçlandırma sistemi bütün kapılar kapalıyken 50 Pa basınç ve yangın katındaki açık

kapılarda 0.75 m/s hız veya Şekil 5,7,8 ve 9' da gösterilen koşullarda daha yüksek bir değer oluşturan, yangın katındaki kapalı kapıların önu ve arkası arasında +10 Pa basınç yaratmalıdır.

b) Hem kaçış amaçlı hem yangın söndürme amaçlı kullanılan yolları korumak amacıyla dizayn edilen bir basınçlandırma sisteminde Şekil 6' da gösterilen koşullarda yangın katında açık kapılarda hız 2 m/s olurken yukarıda (a) şıkkında belirtilen şartlar da sağlanmalıdır.

c) Bir basınçlandırma sistemi, basınçlı havanın basınçlandırılmamış alanlara kaçış prensibini kullanan düşük dirençli yollara sahip olmalıdır (Bölüm 2.3' de tartışılmıştır).

Eğer mekanik egzost sistemi kullanılıyorsa fanlar sıcak dumana dayanıklı ve BS 7346 Bölüm 2'de belirtilen şartlara uygun olmalıdır.

Burada duman kontrolü amaçlı basınçlandırma sisteminin gerektirdiği hava üfleme ve egzost sistemlerini kurmak için gerekli basit kurallar sunulmuştur. Bu kurallar değişik uluslararası standartlarla tanımlanmış basınç ve kapı hızı kombinasyonları için uygulanabilir.

BÖLÜM 5

Fan Seçimi

5.1. Örnek

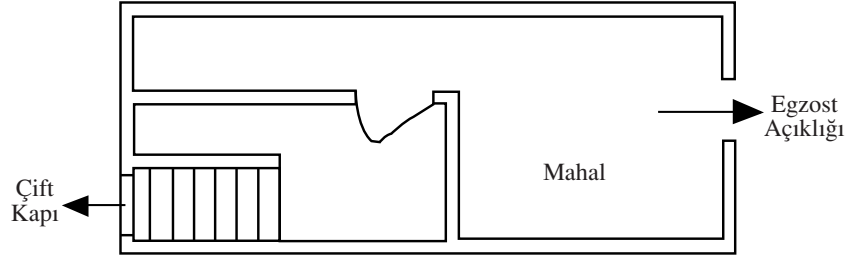
Basınçlandırma sistemi için üfleme fanı seçiminin en iyi metodu tipik bir merdiven basınçlandırma fanı seçimi yapmaktır. Şekil 16'da merdiven kat planı verilen merdivenler 6 kata hitap etmektedir. Zemin katta dışa açılan çift kapı ve her katta mahale açılan tek kapı bulunmaktadır.

5.2. Hesaplama Prosedürü

Tam ve detaylı hesaplama metodu bir örnekle BS 5588 Bölüm 4: 1998' de verilmiştir. Tasarımcılar kendi projeleri için bu yaklaşımları izlemelidirler. Paragraf 4.5 (a)'de belirtilen muhtemel istisnalar dışında, üfleme fanının boyutu Mod 2 ve Mod 3' de açık kapılardaki hızlar ile belirlenir. Mod 1' de ihtiyaç duyulan hava akışı ihtiyacı aşağıdaki koşullarda sağlanabilir;

- a) Fazla havanın atmosfere atılması
b) Fanın debisinin düşürülmesi

Burada gösterilen örnekte Mr. C.H Moss ⁽¹⁰⁾ un geliştirildiği oldukça kolay bir metod kullanılmıştır. Bu metod fanın boyutunun belirlenmesinde ve seçilmesinde çok yararlıdır. Üfleme havası ihtiyacı aşağıda belirtilen maddelerde daha güvenli olarak tahmin edilecektir.



Şekil 16. Merdiven Planı

- a) Mod 1'de hesaplanan hava debisinin %50 artırılması,
b) Merdivenlerde ve lobide belirli kapıların açık olduğu farzedilerek (Mod 2 ve Mod 3) 50 Pa basıncın korunması.

Halbuki bilindiği gibi binaların genelinde ve bilhassa merdivenlerde kaçaklar vardır. Aynı şekilde tam kapanmayan kapılar hava debisi ihtiyacını arttıracaktır. Tasarım aşamasında fanı büyütme yarar sağlayabilir. Bu durum, sahada kolaylıkla fan hava debisinin değiştirilebilmesi ihtiyacını belirginleştirir.

5.3. Egzost Fanları

Herhangi bir egzost fanının debisi de yine sistem hesaplama prosedürü ile belirlenebilir. Bu fanlar sıcak dumanla çalışarak BS 7346 Bölüm 2 ⁽¹⁾ veya benzer test standartlarına uygun olacaktır. BS5588- Bölüm 4: 1998 egzost fanlarının yangın söndürme sistemi bulunmayan binalarda 600°C'ye iki saat, yangın söndürme sistemi bulunan binalarda 300°C'ye 2 saat dayanması gerektirmektedir.

5.4. Sadece Basıncılı Merdivenler

1. MOD (BS 5588 Bölüm 4)

Şimdi örnek hesaplara devam edilebilir 1998. (Bütün kapılar kapalı, kapı altlarından sızıntı var).

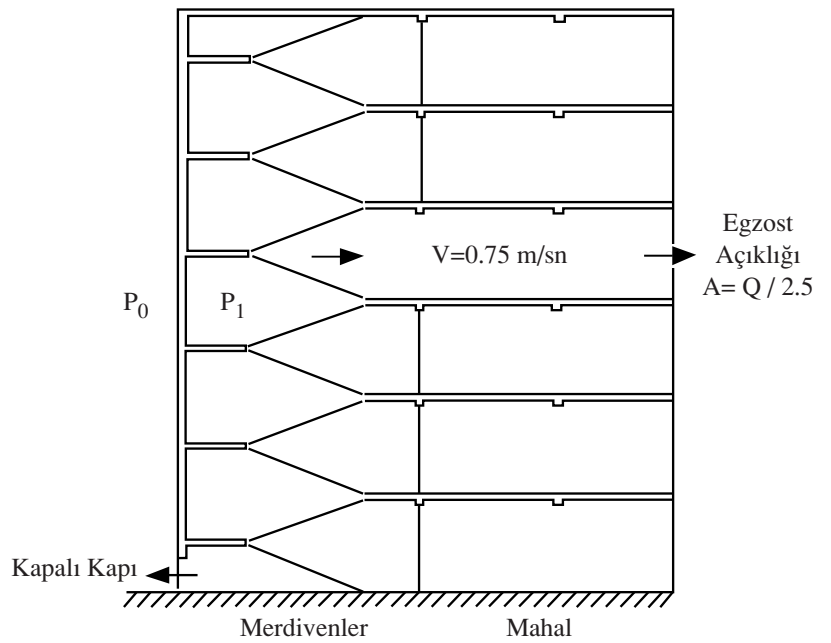
$$A_E = 0.03 \text{ m}^2 \times \text{çift kapı} = 0.03 \text{ m}^2 \\ 0.01 \text{ m}^2 \times 6 \times \text{tek kapı} = 0.06 \text{ m}^2 \\ \hline 0.09 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.83 \times A_E \times P^{\frac{1}{2}} \\ = 0.83 \times 0.09 \times 501/2 = 0.53 \text{ m}^3/\text{sn} \\ \text{50\% artırılır} = 0.26 \text{ m}^3/\text{sn} \\ \hline 0.79 \text{ m}^3/\text{sn} \\ \square \quad 0.80 \text{ m}^3/\text{sn}$$

alınabilir.

2. MOD (BS5588 Bölüm 4 - 1998)

A Sınıfı Kaçış Sistemleri (1 Adet iç kapı açık olması hali)



Şekil 17. Örnek merdivenin dikey kesiti

$$A = \text{Tek kanatlı kapı alanı} = 2.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 1.6 \text{ m}^2 \\ V = \text{Kapı içindeki hız} = 0.75 \text{ m/sn} \\ Q = V \times A = 0.75 \times 1.6 = 1.20 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$1. \text{ MODU eklersek} = 0.80 \text{ m}^3/\text{sn} \\ \text{Toplam debi} = 2.00 \text{ m}^3/\text{sn} = 7200 \text{ m}^3/\text{h olur}$$

a) 1,2 m³/s'lik egzost havasının yangın katından atmosfere atılması için gerekli basınç ise aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Şekil 17).

$$\text{Bir kanatlı kapının alanı} = 2.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 1.6 \text{ m}^2 \\ \text{Egzost çıkış alanı} = 1.2 / 2.5 = 0.48 \text{ m}^2$$

$$A_E = [1/(A_1)^2 + 1/(A_2)^2]^{-1/2} = \\ [1/(1.6)^2 + 1/(0.48)^2]^{-1/2} = 0.46 \text{ m}^2$$

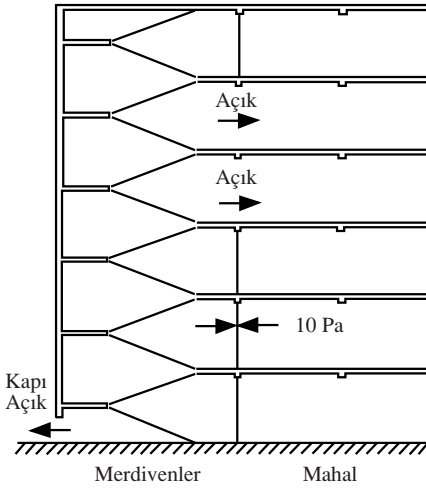
$$P_1 = [Q / (0.83 \times A_E)]^2 = [1.2 / (0.83 \times 0.46)]^2 = 9.88 \text{ Pa}$$

Bu değer yangın basıncıdır. Toplam basınç 50 Pa kabul edilirse bu, bulunandan daha fazladır.

b) Basınç tahliye alanı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Atılacak hava miktarı} &= (2.0-0.8) = 1.2 \text{ m}^3/\text{sn} \\ \text{Basınç tahliye alanı} &= Q / (0.83 \times P^{1/2}) \\ &= 1.2 / (0.83 \times 50^{1/2}) \\ &= 0.204 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2 MOD E Sınıfı Kaçış Sistemleri Basınç Kriteri



Şekil 18. Havanın yangın katından atılması

a) Merdivenlerde 10 Pa'lık basınç oluşturarak açık kapıdan geçip dışarı atılan hava debisinin hesabı,

$$\begin{aligned} Q &= 0.83 A_E P^{1/2} \\ &= 0.83 \times 1.6 \times 10^{1/2} = 4.20 \text{ m}^3/\text{sn} \end{aligned}$$

b) Her katta 0,22 m² kaçak alanı olduğu kabul edilip, merdivenlerde 10 Pa'lık basınç oluşturarak açık mahal kapısından geçen hava debisinin hesaplanması (Şekil 17'ye ve aşağıdaki nota bakınız).

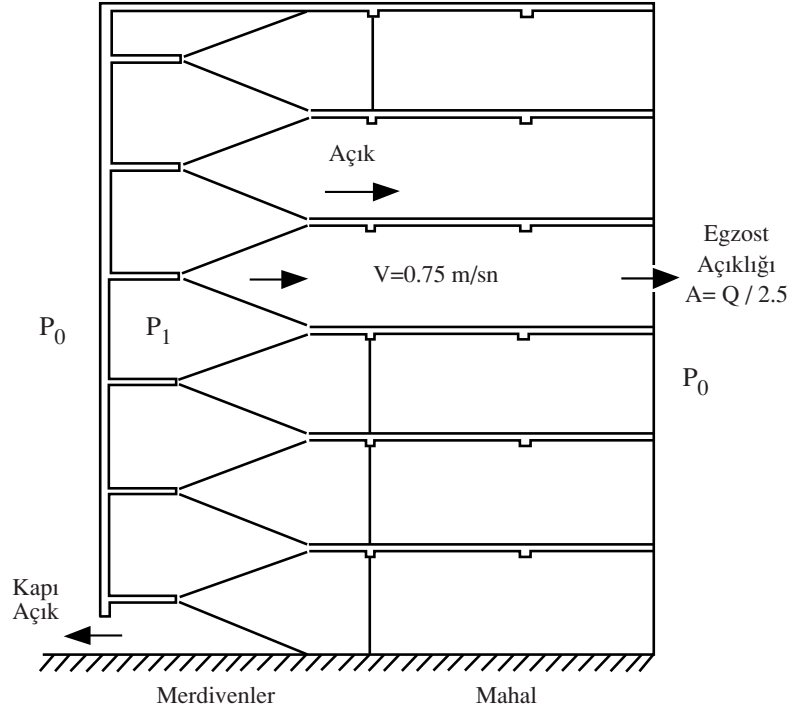
$$\begin{aligned} A_E &= [1/(A_1)^2 + 1/(A_2)^2]^{-1/2} \\ &= [1/(1.6)^2 + 1/(0.22)^2]^{-1/2} \\ &= 0.217 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0.83 A_E P^{1/2} \\ &= 0.83 \times 0.217 \times 10^{1/2} \\ &= 0.57 \text{ m}^3/\text{sn} \end{aligned}$$

Not: Her kattaki mahallerin açık ofis şeklinde (900 m² alan x 3 m yükseklik) olduğu kabul edilmiştir.

c) Basınç kriterini sağlayacak hava debisini hesaplamak için.

Açık çıkış kapısından geçen	= 4.20 m ³ /sn
Açık mahal kapısından (2' si kapalı) geçen	= 1.14 m ³ /sn
Mod 1' i ilave	= 0.80 m ³ /sn
Toplam hava debisi	= 6.14 m ³ /sn



Şekil 19. Yangın katından egzoz; yangın katı, bir üst kat ve çıkış kapısı açık.

2. Hız Kriteri

a) Açık yangın katı kapısındaki hava debisi

$$\begin{aligned} A &= \text{Tek kanatlı kapı alanı} = 2.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 1.6 \text{ m}^2 \\ V &= \text{Kapı içindeki hız} = 0.75 \text{ m/sn} \\ Q &= V \times A = 0.75 \times 1.6 = 1.20 \text{ m}^3/\text{sn} \end{aligned}$$

b) 1,2 m³/s'lik egzost havasının yangın katından atmosfere atılması için gerekli basınç (Şekil 18),

$$\begin{aligned} \text{Bir kanatlı kapının alanı} &= 2.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 1.6 \text{ m}^2 \\ \text{Egzost çıkış alanı} &= 1.2 / 2.5 = 0.48 \text{ m}^2 \\ A_E &= [1/(A_1)^2 + 1/(A_2)^2]^{-1/2} = [1/(1.6)^2 + 1/(0.48)^2]^{-1/2} \\ &= 0.46 \text{ m}^2 \\ P_1 &= [Q / (0.83 \times A_E)]^2 = [1.2 / (0.83 \times 0.46)]^2 \\ &= 9.88 \text{ Pa (10 Pa alınabilir)} \end{aligned}$$

c) Merdivenlerde 10 Pa'lık basınç oluşturarak açık kapıdan geçip dışarı atılan hava debisi (Şekil 19),

$$\begin{aligned} Q &= 0.83 A_E P^{1/2} \\ &= 0.83 \times 1.6 \times 10^{1/2} = 4.20 \text{ m}^3/\text{sn} \end{aligned}$$

d) Merdivenlerde 10 Pa'lık basınç oluşturarak mahalın açık kapısından geçen hava debisi (yukarıdaki basınç kriterinde olduğu gibi) = 0,57 m³/sn.

e) Hız kriterini sağlayacak hava debisi	
Açık yangın katı kapısından geçen	= 1.20 m ³ /sn
Açık çıkış kapısından geçen	= 4.20 m ³ /sn
Açık mahal kapısından geçen	= 0.57 m ³ /sn
Mod 1' i ekle	= 0.80 m ³ /sn
Toplam hava debisi	= 6.77 m ³ /sn

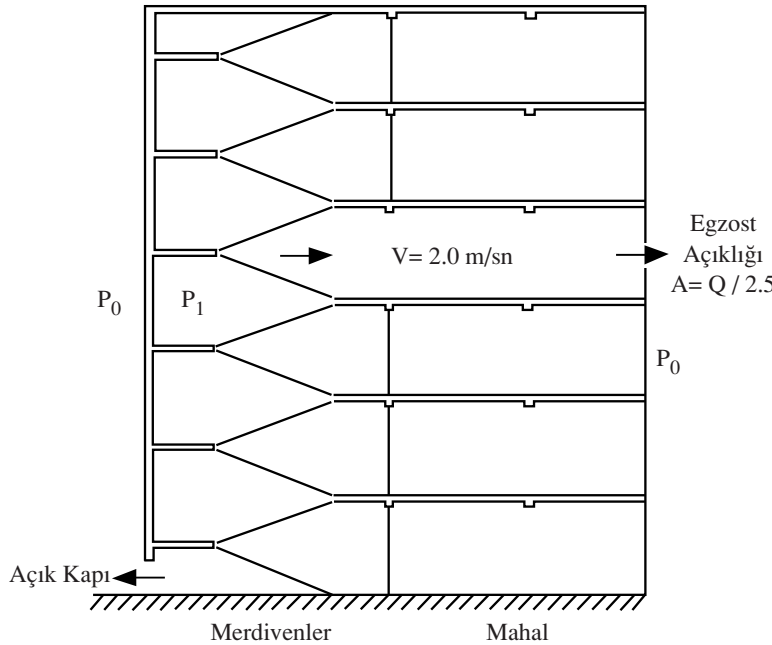
Görüldüğü üzere hız kriteri daha kritiktir.

f) Basınç tahliye alanını	
Atılacak hava miktarı	= (6.77-0.8) = 5.97 m ³ /sn
Basınç tahliye alanı	= Q / (0.83 x P ^{1/2})
	= 5.97 / (0.83 x 50 ^{1/2})
	= 1.02 m ²

3. MOD - B Sınıfı Sistemler -Yangın Söndürme (BS5588 Bölüm 4: 1998)

A = Tek kanatlı kapı alanı	= 2.0 m x 0.8 m = 1.6 m ²
V = Kapı içindeki hız	= 2.0 m/sn
Q = Yangın katındaki açık kapıdan geçen	= 1.6 x 2.0 = 3.20 m ³ /sn

a) 3.2 m³/s'lik egzost havasının yangın katından atmosfere atılması için gerekli basınç (Şekil 20).



Şekil 20. Yangın katından egzost

Tek kanatlı merdiven veya yangın mahalı kapısı alanı	= 1.6 m ²
Yangın mahalı egzost çıkış alanı	= 3.2 / 2.5 = 1.28 m ²
A _E = [1/(A ₁) ² + 1/(A ₂) ²] ^{-1/2} = [1/(1.6) ² + 1/(1.28) ²] ^{-1/2}	= 1.0 m ²
P = [Q / (0.83 x A _E)] ² = [3.2 / (0.83 x 1.0)] ²	= 14.8 Pa (15 Pa alınabilir.)

b) Merdivenlerde 15 Pa'lık basınç oluşturarak açık kapıdan geçip dışarı atılan hava debisinin hesaplanması,

$$Q = 0.83 A_E P^{1/2} \\ = 0.83 \times 1.6 \times 15^{1/2} = 5.14 \text{ m}^3/\text{sn}$$

c) Yangın katında açık kapıdaki hızı 2 m/sn tutmak için gerekli hava debisi

Q = Yangın katındaki açık kapıdan geçen	= 1.6 x 2.0 = 3.20 m ³ /sn
Dışarıya açılan kapıdan geçen	= 5.14 m ³ /sn
1. MODU ekle	= 0.80 m ³ /sn
Toplam debi	= 9.14 m ³ /sn

d) Basınç tahliye alanını hesaplamak için.

Atılacak hava miktarı	= (9.14-0.8) = 8.34 m ³ /sn
Basınç tahliye alanı	= Q / (0.83 x 50 ^{1/2})
	= 8.34 / (0.83 x 50 ^{1/2})
	= 1.421 m ²

5.5. Fan Çalışma Şartları, Özet Üfleme (Dışarıdan Doğal Hava Verilmesi)

Sadece merdivenlerden Kaçış - A Sınıfı Sistem - 50 Pa'da 2m³/s + Sistem kayıpları 0.204 m³ lik basınç tahliyesi,

Sadece merdivenlerden kaçış - E Sınıfı Sistem - 50 Pa'da 6.769 m³/s + Sistem kayıpları 1.02 m² lik basınç tahliyesi,

Yangın söndürme ve merdivenlerden kaçış - B Sınıfı Sistem - 50 Pa' da 9,14 m³/s + Sistem kayıpları 1,43 m² lik basınç tahliyesi,

Egzost

Yangının çıktığı katta basınçlandırılan hacimden bu kata sızan havanın serbestçe çıkabilmesi gerekir. Bunun için yangın katında, bina dış cephesinden olan sızıntı alanları ve açıklıklar yeterli büyüklükte olmalıdır. bu açıklık

$$A = Q / 2.5 \quad (5)$$

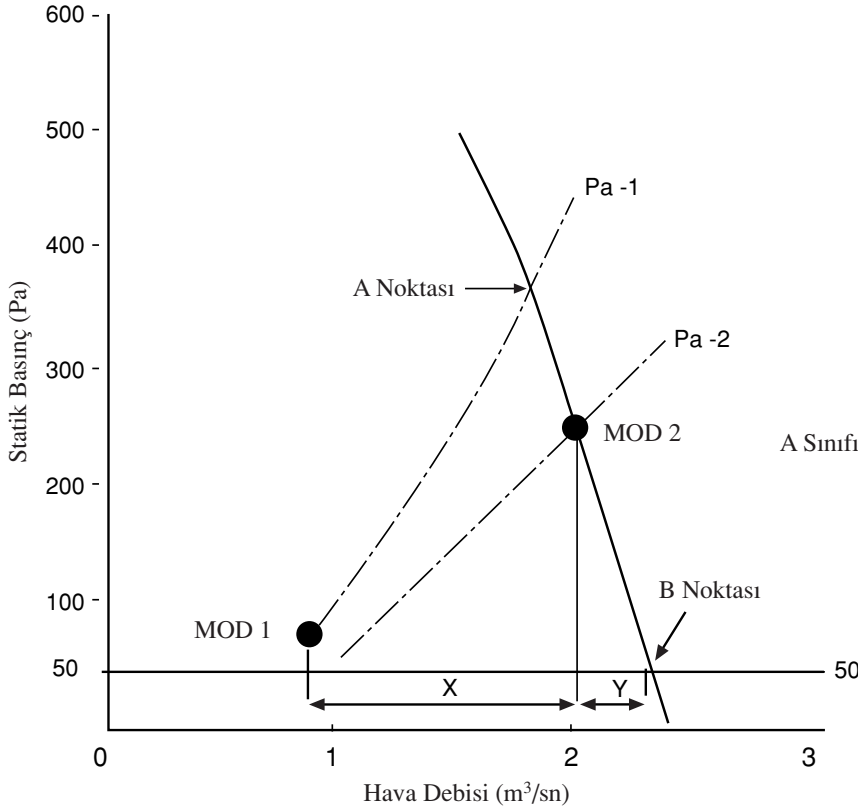
şeklinde hesaplanır. Burada Q (m³/sn) yangın katından tahliye edilmesi gereken hava miktarı, A (m²) tahliye alanı.

Sadece merdivenlerden kaçış - 1.2m³/sn egzost sistemi kayıpları veya her katta doğal ventilasyon için 0,48 m² alan gerekir.

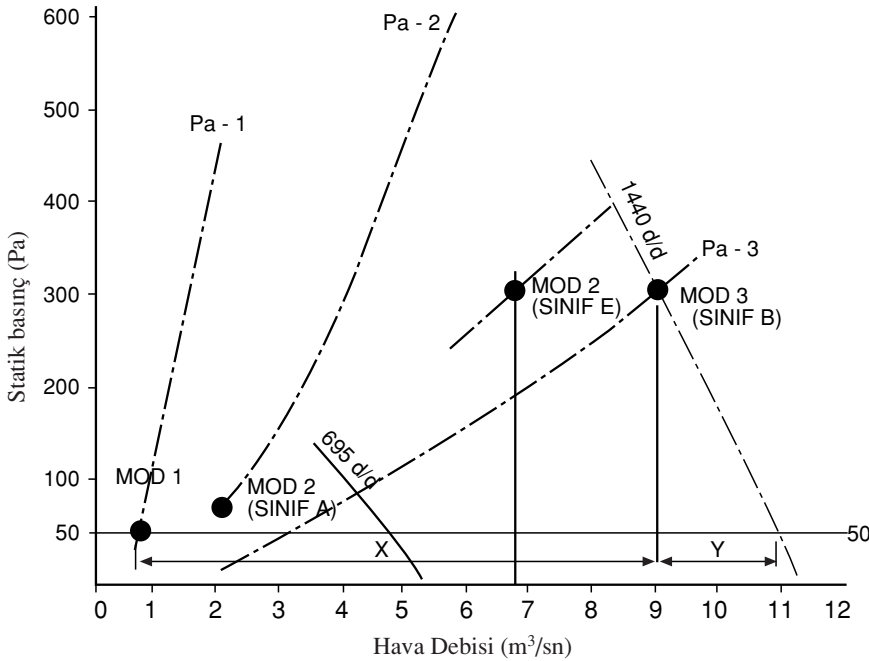
Yangın söndürme ve merdivenlerden çıkış - 3.2 m³/sn egzost sistemi kayıpları veya her katta doğal ventilasyon için 1.28 m² alan gerekir.

5.6. Fanlı Egzost

Paragraf 5.5'de anlatılan hava ihtiyacı yangın katından doğal ventilasyon ile atılan basınçlı hava ile hesaplanır. Bu durum dışarı açılan yangın kapılarından geçen havanın artmasını gerektirir.



Grafik 1. Fan karakteristik eğrisi



Grafik 2. Fan karakteristik eğrisi

Fanlı egzost sistemi üfleme fanının debisinin artırılma ihtiyacını ortadan kaldıracaktır. Egzost fanı yangın katında sıfır basınç oluşturacak şekilde seçilebilir. Mesela yapılan örnekteki üfleme fanı MOD 3'de $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye göre boyutlandırılacaktır. ($9,14 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den düşmüştür). Egzost fanı $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik olacaktır. Basınç tahliye damperinden dışarı atılan hava $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak azalırken damperin alanı $1,43 \text{ m}^2$ den $1,09 \text{ m}^2$ 'ye düşecektir.

5.7. Üfleme Fanı Seçimi (Doğal Egzost)

Bunlar hesaplanan hava debisinin çizildiği fan performans eğrilerinde gösterilir. Fan grafiğinde gösterilen Pa-1, Pa-2 ve Pa-3 eğrileri sırasıyla MOD 1, 2 ve 3'ün sistem direnç eğrileridir.

5.7.1. Basınçlandırılmış Merdivenler - Sadece Kaçış

Grafik-1 bu soruya fanlı bir çözümü göstermektedir.

- Üfleme fanının boyutu MOD 2'nin hava ihtiyacına göre ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) belirlenir. Uygun fan seçilir. $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'de bu fan sistem direncini yenmek için 200 Pa olmak üzere toplam 250 Pa basınç yaratır.
- Basınç tahliye damperi olmadan merdivenlerde bütün kapılar kapalıyken bu fan 360 Pa (A noktası) basınç yaratır (MOD 1). Bu izin verilen 60 Pa basıncın çok üstündedir ve kabul edilemez.

- Hesaplamalar göstermiştir ki 50 Pa basıncı korumak için $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik üfleme havasının $0,204 \text{ m}^3$ alanlık basınç tahliye damperinden atılması gerekir (X uzunluğu). Halbuki fan çalışma noktasını değiştirmek için (B Noktası), bütün kapılar kapalıyken atılan hava miktarı $2,25 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye çıkarken $0,256 \text{ m}^2$ lik damper alanına ihtiyaç duyar (X+Y uzunluğu).

Bu durum yüksek dirençli kanal sistemlerinde daha da önemli hale gelir ve fanın dik bir debi / basınç eğrisine sahip olması ihtiyacını doğurur. (Bu şartı daha iyi sağlayabildiğinden aksiyel fanlar radyal tiplere göre tercih edilir).

5.7.2. Basıncılı Merdivenler - Yangın Söndürme ve Kaçış

Grafik 2 bu soruna bir çözüm göstermektedir.

- Üfleme fanının boyutu MOD 3'de ihtiyaç duyulan hava ile belirlenir ($9,14 \text{ m}^3/\text{s}$). Buna uygun fan seçilir. Bu fan $9,14 \text{ m}^3/\text{s}$ 'de sistem basıncını yenmek için 250 Pa olmak üzere toplam 300 Pa basıncı yaratır.

- Basınç tahliye damperi yokken bütün kapılar kapalıysa fanın üfleme hızı düşer ve bu merdivenlerde belirlenemeyen bir basınç oluşturur. Bu basınç 60 Pa 'ın üzerindedir.

c) 50 Pa basıncı korumak için $8.34 \text{ m}^3/\text{s}$ (X uzunluğu) hava 1.43 m^2 alanından atılmalıdır. Bu değer fanın çalışma noktası değişince (X+Y uzunluğu) 1.75 m^2 ye çıkar.

d) Basınç tahliye damperinin alanını küçültmek için, algılama safhasında (Mod 1) ihtiyaç duyulandan fazla hava debisini sağlayarak, fan devri 695 d/d'ye düşürülebilir.

Grafik 2' de görüldüğü gibi düşük hızlarda fan daha az basınç yaratacak ve bu sistemin ihtiyacına yetmediği zaman değişik olaylara yol açabilecektir.

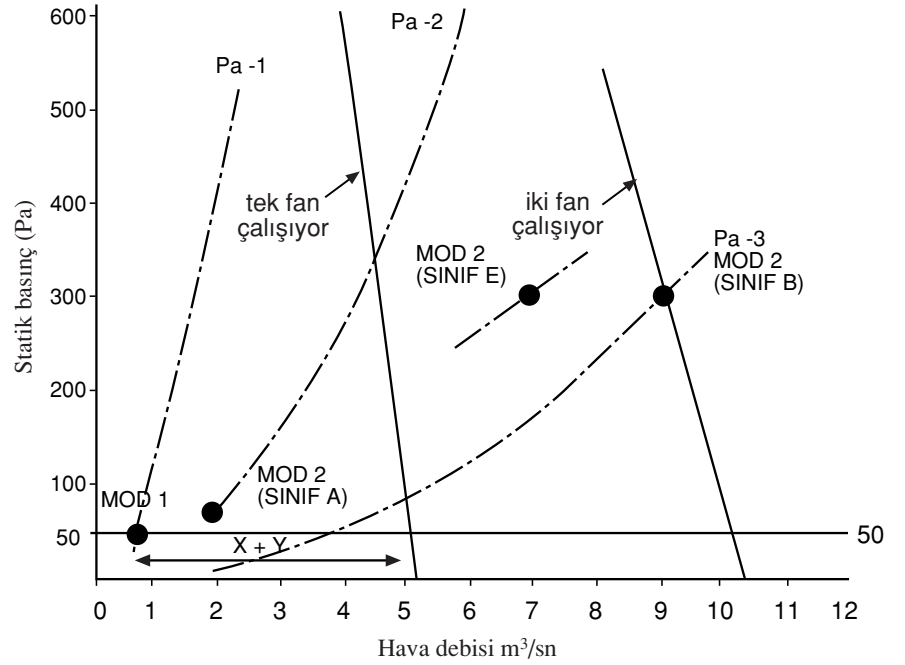
Bu durum ihtiyaçları karşılamak için basınçlandırma sisteminde hız kontrolü kullanırken dikkatli olmak gerektiğini gösterir Grafik 3 paragraf 4.7.2'de anlatılan soruna bir ikinci çözümü göstermektedir.

Burada basınç tahliye damperinin boyutu iki adet daha küçük fan paralel kullanılarak düşürülür. İki fan da MOD 3'deki ihtiyacı ($9.14 \text{ m}^3/\text{s}$) karşılayacaktır. Algılama safhasında (Mod 1) sadece bir fan çalışacaktır.

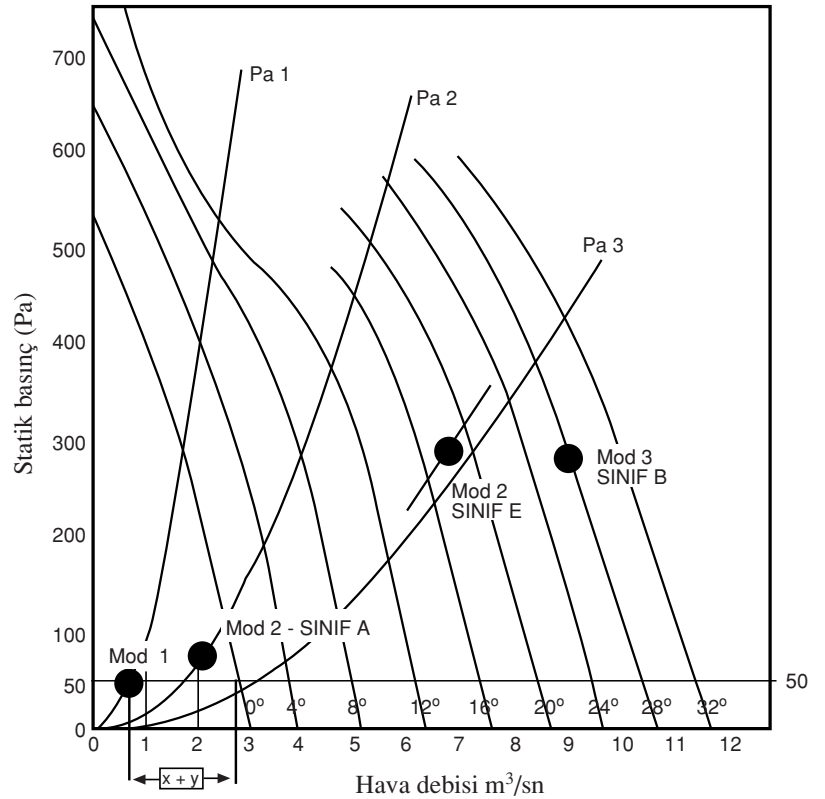
Böylece atılacak olan hava miktarı $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ' ye (X+Y uzunluğu) düşerek 0.82 m^2 alanlık basınç tahliye damperine ihtiyaç duyulur. Hız düşümünün sebep olduğu tehlikeler fan hızı sabit tutularak engellenir.

Grafik 4 paragraf 4.7.2' de anlatılan soruna üçüncü çözümü gösterir. Mod 3'de ihtiyaç duyulan $9.14 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debi, seçilen değişken kanatçıklı fan ile karşılanabilir. Mod 1 ve Mod 2' nin ihtiyacı olan hava debisi fan kanat açısı düşürülerek sağlanabilir.

Böylece basınç tahliye damperi tamamen kalkmasada boyutu ciddi oranda düşürülebilir. Bu örnekte atılan hava miktarı $2 \text{ m}^3/\text{s}$ olurken (X+Y uzunluğu) damper alanı 0.34 m^2 olacaktır. Hız düşümünün sebep olabileceği mahzurlar fan hızı sabit tutularak engellenir. Buna ilave bir avantaj olarak merdivenlerde ve sistemde belirlenmemiş olan kaçaklar da fan tarafından karşılanacaktır.



Grafik 3. İki fan paralel çalışıyor



Grafik 4. Değişken kanatlı fan durumu.

BÖLÜM 6

Basınçlandırma Sistemi İçin Fanlar

Fan seçimi sızıntılar ve açık kapı durumundaki debiye göre yapılmaktadır. kapıların kapalı olması durumunda merdiven yuvasına bu debi üflenilirse basınç aşırı miktarda artar ve örneğin kapılar açılmaz. Bu durumu önlemek için debinin değiştirilmesi gerekir. bu bölümde bu konuda alınabilecek önlemler incelenmiştir.

6.1. Basınçlandırma Fanının Şartları
Basınçlandırma sistemindeki üfleme ve emiş fanlarının şartları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Üfleme fanı sistemin üç ayrı modda çalışma ihtiyacını karşılamak için değişken debili olmalıdır. Bu konu daha detaylı olarak 6.2 nolu paragrafta tartışılmıştır.
- Üfleme fanı, tasarımından kaynaklanan olması gerekenin altında veya üstündeki seçimleri kompanse etmek amacıyla şantiyede kapasite değişimine uygun olmalıdır.
- Üfleme fanının debi/basınç eğrisi, basınç tahliye damperinden hava atımını sınırlamak ve dolayısıyla boyutunu küçültmek için dik olmalıdır.
- Üfleme fanı sistemde daima yeterli basıncı sağlayabilme özelliğine sahip olmalıdır. Debi değişimlerini karşılamak için değişken debili fan kullanımı bir uzman tavsiyesi ile olabilir.
- Egzost fanı yangın söndürme sistemi bulunmayan binalarda 600° C, bulunarlarda 300° C sıcaklıktaki yangın dumanına dayanabilmelidir. BS7346 Bölüm 2 veya benzeri test standartlarına uyumlu olmalıdır.
- Fanlar hafif, titreşimsiz ve kolay monte edilebilir olmalıdır.
- Bütün fanlar kullanımda güvenilir ve işletme talimatları ile komple temin edilmelidir. Fanlar kalite kontrol sistemi BS EN ISO 9001 veya muadili sertifikaya sahip imalatçılar tarafından üretilmelidir.

6.2. Değişken Hava İhtiyacının Karşlanması

Üfleme fanlarının genel özellikleri çerçevesinde değişken debi ihtiyacı aşağıda belirtilen metodlarla karşılanabilir.

- Sabit hız-basınç tahliye damperli tek fan.
- Sabit hız - çalışan fan sayısını değiştirerek kullanılan basınç tahliye damperli çift fan.

c- Değişken hızlı fan.

d- Sabit hız - değişken adımlı fan.

Sabit hızlı fanlar sistemin üç operasyon modunda da fanın maksimum basıncını sağlama özelliğine sahip olacaktır.

Değişken hızlı fanlarda durum böyle değildir. Fan tarafında yaratılmış basınç hızın karesiyle değişir. Fan hızı Mod 1 ve 2' de ihtiyaca göre yarıya düşürüldüğünde yaratılan basınç dört kere düşer. (Ancak yinede P basıncının 15 Pa ila 50 Pa arasında sabit tutulması frekans konvertörü ve emniyet damperi kombinasyonu ile sağlanabilir. Bu maksatla merdiven içinde fark basınç presostatları kullanılır).

Sonuç Mod 1'de gerekli olan 50 Pa basıncın ve kanal direncini yenmek için gerekli olan basıncın sağlanamamasıdır. Bu durum fanın kararsız çalışmasına sebep olabilir.

6.3. Yedek Fanlar ve Sistem Güvenirliği
Basınçlandırma sisteminde yedek fan ihtiyacı aşağıdaki iki hususa bağlıdır.

- Yangın riskinin derecesi.
- Fan ekipmanlarının güvenirliliği.

Tabiki yangın riskinin derecesi bina ve yangınla ilgili otoriteler tarafından belirlenir. Fanın güvenirliliği üretici ve bina sahibinin kontrolü altındadır, bina sahibi doğru ve yeterli işletmeyi sağlamakla mükelleftir.

Hobson ve Stewart araştırmalarının bir bölümünde fan ekipmanlarının güvenirliliğini incelemiştir ⁽⁶⁾. 1972' de aksiyel fanlar (direkt akuple) yılda % 5 oranında arızalanmıştır ve güvenirliliği % 95'tir. %100 yedek fan kullanılan sistemlerde bu güvenirlilik %99,8'e yükselir. Aynı şekilde kayış kasnaklı santrifüj fanlarda yılda %50 arıza gerçekleşir. Bu fanlar için yukarıdaki oranlar sırayla %50 ve %91'dir. Buradan çıkan sonuç direk akuple aksiyel fanlar daha güvenilir olduğundan yangın sırasında binanın güvenliği için yedek fan ihtiyacı çok gerekli değildir. Fakat bütün bu bulgulara rağmen yangın sistemlerinde güvenirlilik çok önemlidir ve yedek fanın temini ile güvenirlilik artar.

Sistem güvenirliliği için sadece fanın yedekli olması yeterli değildir. Bunun yanında elektrik sistemi, varsa otomatik kontrol sistemi, üfleme fanının ağızına duman dolma riski de dikkate alınmalıdır.

Yangın güvenliği sistemlerinde kullanılan ekipmanların en önemli şartı bu ekipmanların BS EN ISO 9001'e kayıtlı ve sertifikalı imalatçılar tarafından üretilmesidir. BS 5588- Bölüm 4 : 1998' e göre yedek fanlar ve ekipmanlar hem egzost hem üfleme için edilmesi gerekmektedir. Ancak Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği'nde böyle bir şart yoktur.

6.4. Sonuç

Basınç farkları kullanılarak duman kontrolü yapmak teorikte basit ama pratikte zordur ⁽¹¹⁾. Buradaki inceleme göstermiştir ki, günümüzün fan mühendisliği teknolojisi duman kontrol için basınçlandırma sisteminde bulunan egzost ve üfleme fanlarının istenilen şartları sağlamak için yeterlidir.

Referanslar

- J.H. Klote. An overview of smoke control technology. National Bureau of Standards. Paper NBSIR 87-3626 1987.
- J.A. Wild. fans for fire smoke venting woods of Colchester Ltd Technical Paper, WTP20 June 1989 (Revised Nov. 1990).
- PH. Thomas. Movement of smoke in horizontal corridors against an airflow. Institution of Fire Engineers Vol. 30 No. 721970.
- G.A.C. Courtier the development of axial flow J.A. Wild fans for the venting of hot fire smoke. Institution of Mechanical Engineers Paper C401/016 March 1990.
- BS7346 Part 2 Specification for powered smoke British Standards Institution and heat exhausters. 1990.

6. P.J. Hobson L.J. Stewart Pressurisation of escape routes fire research note 958 in buildings. December 1977.
7. BS5588 Part 4, Fire precautions in the design of British Standards Institution Buildings. Smoke control in protected 1978 escape routes using pressurisation.
8. BS5588 Part 4, Fire precautions in the design, British Standards Institution
9. BS5588 Part 5, Fire precautions in the design, British Standards Institution construction and use of buildings. 1991. Code of practice for fire fighting stairs and lifts.
10. C.H. Moss, Pressurisation systems using
11. E.G. Butcher A.C. Parnell, Pressurisation -simple in concept difficult in practice. Fire Surveyors October 1993.
- air seminar at Woods of movement technology as a Colchester Ltd. Fire Safety Measure. February 1993.

Yazar,

F. Esra Kırkaç,

1975 yılında Ankara'da doğdu. Orta ve lise eğitimini Ankara Anadolu Lisesi Fransızca bölümünde tamamladı. 1998 yılında ODTÜ. Makina Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 1998 -2004 yılları arasında Alarko Carrier San. Tic. A.Ş. Ankara Şubesi Sistem Satış Departmanı'nda çalıştı.