

6. YANGIN DUMAN KONTROLÜ

6.1. GİRİŞ

Duman kontrolü ateşin bulunması ile başlar. İnsanoğlu, ateşi ısıtmak ve yemek pişirmek amacı ile kullanırken ortamda oluşan dumandan korunmak için deneyerek, bacaları ve duman kontrol sistemlerini bulmuştur. Yangında oluşan dumanın kontrolü yapı tekniği ve malzemelerin değişimi ile gelişmiş ve günümüzde bu konuda farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, katlar arası ve merdiven boşluğuna dolan duman nedeniyle olmaktadır. İstatistik çalışmalarda; ölümlerin %90'ından fazlasına zehirli dumanın neden olduğu görülmektedir. Yangın sırasında oluşan duman deride ve solunum sisteminde ağır hasar meydana getirmekte ve yoğun dumanda insanlar yollarını kaybetmekte, paniğe kapılmaktadır. Çevredeki eşyaların yanması, karbonmonoksit ve diğer zehirli gaz konsantrasyonunu artırmakta ve buna bağlı zehirlenmeler görülmektedir. Duman görülen her yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve duman, klima kanalları veya ara boşluklardan bütün odalara dağılır. Her taraf duman olduğundan yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir. Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından, hem diğer bölümlere 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 hacme dumanın girmemesi için basınçlandırma sistemleri yapılır. Duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının görevi, dumanı bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmaktır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için tavandan sarkan duman bölmeleri de gereklidir. Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, Mall gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminden kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları yapılır. Bir bina içindeki her yangın bölmesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacalarında doğal çekiş veya yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile yaratılan zorlanmış çekiş uygulanmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın anında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler.

Bina içindeki yangın merdivenlerinin yuvalarına, 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.

Duman hareketlerinin kontrolü;

- Bölgelere ayırma,
 - Duman tahliye kanalları, kapakları, bacaları yapılması,
 - Yangın veya duman damperleri kullanılması,
 - Basınçlandırma yapılması,
- mekanizmaların tek tek ya da birkaçının birlikte kullanılmasınıyla

gerçekleştirilir.

6.1.1. Duman Kontrolü ile İlgili Standart ve Yönetmelikler

Duman kontrol sistemleri 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Bu konuda ülkemizde "Binaların Yangından Korunmasına İlişkin Yönetmelik"te "*Doğal duman tahliyesi için duman çekiş bacaları ve bölmeleri ile alev yönlendirme bacaları kullanılacaktır. Mekanik duman tahliye sistemleri olarak iklimlendirme sistemleri özel düzenlemeler yapılarak kullanılacak veya ayrı mekanik duman tahliye sistemleri kurulacaktır. Modern mimaride, galeri ve endüstri yapılarında duman bacaları kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, mall gibi yapılarda en üst noktaya duman tahliye sistemi yapılmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın vukuunda elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Bu tür mekanizmaların sürekli bakımla işler durumda tutulmaları zorunludur. Çok sayıda insanı daimi veya geçici olarak barındıran binalar ile müzeler gibi değerli eşyaları ihtiva eden yapılarda ve yeraltı ulaşım araçları istasyonlarında alev yönlendirme bacaları yapılması zorunludur.*" denilmektedir. Bu yönetmelikte, dizayn esaslarından çok genel esaslar verilmiştir.

Duman kontrolü ile ilgili geniş bilgiye "NFPA 92 A Recommended Practice for Smoke Control Systems"ve "NFPA 92 B Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas" isimli kaynaklarda ulaşılabilir. Ayrıca "BS 5588 Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings, Part 5. Code of Practice for Firefighting stairwells and Lifts" de basınçlandırma geniş olarak verilmektedir.

6.1.2. Dumanın Yapısı

Duman; NFPA 92A standardına göre; havada taşınan katı ve sıvı parçacıkları ile malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan gazlardan meydana gelen bir karışımdır. Yanma ürünleri genellikle partiküller, yanmamış yakacaklar, su buharı, CO₂ ve CO ile diğer zehirleyici ve korozif gazları içerir. Yanma malzemeleri hidrojen, doğalgaz, alkol gibi hiç parçalanmayan veya az parçalanan ürünler üretmeleri durumunda görülmeyen duman oluşur. Bazı malzemeler alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarırlar.

Bazı malzemeler kuvvetli hava akımı veya havalandırma nedeniyle çok duman çıkarmadan alevli olarak yanarlar, fakat aynı malzemeler şayet oksijen miktarı yeterli olmayan havalandırma ile karşı karşıya kalırlarsa bol miktarda duman çıkarırlar. Bu durumda, bol dumanlı alevsiz bir yavaş yanma söz konusudur ve duman miktarı malzemenin bulunduğu mekana, malzeme özelliklerine ve malzemenin miktarına bağlıdır.

Zehirli gazlara ve yüksek sıcaklığa maruz kalmak hayatı doğrudan tehdit ederken, azalan görünürlük ise daha önce de belirtildiği gibi tehlike yaratır. İnsanlar genel olarak duman içinde hemen paniğe kapılırlar. Çoğu kez, yoğun duman yüzünden yollarını şaşırırlar. Çok yüksek binalarda bu durum devam ederse, artan sıcaklık ve zehirli gazların kurbanı olurlar.

Yapılan istatistikler duman içine giren kişilerin %40'nın sadece 4 m yürüyebildikleri ve %90'ının 9 metreden fazla yürüyemediklerini göstermiştir (Tablo 6.1).

Yürünen Uzaklık (m)	İngiltere (%)	A.B.D. (%)
0 - 0.6 m	3.0	2.3
0.9 - 1.8 m	18.0	8.4
2.1 - 3.6 m	30.0	17.1
3.9 - 9.0 m	19.0	45.5
9.3 - 10.8 m	5.0	2.0
11.1 -13.5 m	4.0	4.0
13.8 -18.0 m	5.0	11.0
18 m den fazla	15.0	9.6

Tablo 6.1. İNSANLARIN DUMANDA YÜRÜME MESAFELERİ

6.1.3. Malzemelerin Duman Çıkarma Özellikleri

Yapılarda kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıflarının bilinmesi dışında başka önemli bir faktör de malzemenin yanma sırasında çıkardığı duman miktarı ve zehirli gaz türüdür. Günümüzde yapılan araştırmalar; yanma sonucunda hangi malzemeden ne tip gazın çıktığını ve bunların ne kadarının öldürücü olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle topluma açık yapılarda çekiciliği artırmak için yapılan dekorasyonlarda kullanılan malzeme çeşitliliği, karşılaşılan tehlikeleri büyütülmektedir. Yönetmeliklerde, bu tip alanlarda kullanılacak malzemeler sınırlandırılmış olmasına rağmen, bu kurallara uyulmamasının nedeni, denetim zayıflığı ve tasarımcının konuyu tam bilmemesinden kaynaklanmaktadır.

6.1.4. Dumanın Etkisi

Yangınlardaki ölüm sebepleri incelendiğinde toplam ölümlerin kabaca %50'sinin CO (karbonmonoksit) zehirlenmesinden olduğu tespit edilmiştir. Diğer yarısı doğrudan yanma, artan basınç ve çeşitli zehirli gazlardan dolayıdır.

Oksijen azlığı gaz zehirlenmesinde özel bir durumdur. Oksijen seviyesi yaklaşık %10'a düştüğünde solumada güçlüklerin oluştuğu görülmektedir. Kuşkusuz yangın sırasında sadece oksijen seviyesi azalmaz. Oksijen seviyesindeki azalmanın yanı sıra CO₂, CO ve diğer zehirli gazların etkisi artar. Kurum parçacıkları üzerinde bulu-

nan maddeler ve katı aerosoller de zehirlenmeye yol açar. Tahriş edici maddeler yakıcıdır. İnsan vücudunun yüzeyindeki mukozaya zarar verirler. Suda erime yeteneğine sahiptirler ve nefes borusunun üst kısmına hücum ederler. Asit kloridik, asit fluorik, sülfür dioksit bunlara örnektir. Halojenler (Flor, klor, brom), ozon, triklorik fosfor, mentaklorik fosfor, fosgen, nitrik oksit, nitrojen tetroksit gibi gazlar suyun içinde kolay erimez, ama nefes borusunun içine girebilir. Yangınlarda, karbonmonoksit kokusuz olduğundan fark edilmez, fakat diğer gazlar kokuları nedeniyle fark edilebilir. Kokusuz olması ve fark edilmemesi nedeniyle karbonmonoksit gazı zehirlenmelerine daha çok rastlanılır.

Duman içerisinde boğucu gazlar da bulunur. Başta karbondioksit olmak üzere hidrojen siyentik, anilin, nitrobenzen, sodyum nitrat ve hidrojen sülfat gibi gazlar bulunduğu zaman boğucu etki yaratır.

Yüksek sıcaklık yanıklara yol açar. Fizyolojik olarak ortam sıcaklığındaki artma kan veya vücut ısısının artmasına, deri dokusunda veya solunum sisteminde yanıklara sebep olabilir.

Nem ve sıcaklık yüzde deri yanmalarına sebep olacak kadar yüksek değilse; solunum sisteminde yanmalar görülmeyecektir.

Yüksek sıcaklıktaki nemli hava ya da buharın solunum sisteminde yanmalara sebep olabilmesi için 100 °C civarında olması yeterlidir. Sıcaklığı 300 °C olan kuru hava, gırtlakta birkaç dakika sonra yanmaya sebep olur. Pratikte solunarak içeri çekilen tahriş edici duman ve zehirli gazlar 30 dakika içinde öldürücü etki gösterir.

6.2. DUMAN KONTROLÜ

Yapılardaki yangınlarda, duman yangının olduğu yerden çok uzakta noktalara kadar ulaşır ve buralarda ölümlere ve zarara yol açarlar. Ayrıca merdivenler ve asansörler dumanla dolarak kaçış yolları tıkanır. Sonuç olarak yangınlarda duman, yangının kendisinden daha fazla ölüme neden olur.

Duman kontrol sistemleri son yıllarda çok gelişmiştir. Bu konuda Klote ve Milke tarafından hazırlanan "Design of Smoke Management Systems, ASHRAE", Tanaka ve Yamana tarafından hazırlanan "Smoke Control in Large Scale Spaces" çalışmalarında duman kontrolü geniş olarak verilmektedir.

Duman hareketine neden olan dört ana neden vardır. Bunlar baca etkisi, kaldırma kuvvetleri, genleşme ve rüzgardır. Mekanik sistem bu

Yanan Malzemenin Cinsi	Çıkan Gaz Türü
Karbon içeren malzemeler	Karbonmonoksit, Karbondioksit
Selüloid, poliüretan	Nitrojenoksit, Azotmonoksit
Tahta, Kadife, Deri, Selülozik malzemeler, Nitrojenli plastikler	Hidrojen siyanid
Tahta, Kağıt	Akrolein
Polivinylklorid, Yangın dayanımlı plastikler, Florinli plastikler	Amonyak
Melamin, Naylon, Formaldehidrat reçineleri	Aldehit
Formaldehit fenoller, Tahta, Naylon, Polyester	Aldehit
Polisütiren	Benzen
Köpük plastikler	Azo bis succino nitrit
Bazı dayanıklı plastikler	antimonlu alaşımlar
Köpük poliüretan	İzosiyonat
Kauçuk, Thiokol	Sülfürdioksit (Kükürt)

Tablo 6.2. MALZEMELERİN YANMA OLAYI SONUCU ÇIKARDIKLARI GAZLAR

etkileri yenebilmelidir.

Baca etkisi, soğuk dış hava ve sıcak iç hava nedeni ile yapı içinde havanın merdiven yuvası, asansör kuyusu gibi dikey kanallarda yukarı doğru hareketine neden olur. Bu hareket nedeniyle yükseklikle orantılı olarak düşey yönde bir basınç gradyanı oluşur. Yapının alt katlarındaki negatif basınçla katlardan emilen hava, üst katlardaki pozitif basınçla üst katlara basılır. Özellikle yüksek yapılarda bu etki çok kuvvetlidir. Alt katlarda oluşacak bir yangında bu doğal hareketle, duman kolayca üst katlara yayılabilir. Dış havanın sıcak, iç havanın soğuk olması durumunda ise tersine bir hareket; ters baca etkisi olarak gerçekleşir. 60 m. uzunlukta bir yapıda baca etkisi dolayısı ile oluşan basınç farkları ± 50 Pa değerine kadar ulaşabilir.

Kaldırma kuvvetleri, yangın bölgesindeki sıcak duman tarafından yaratılır. Dumanın sıcaklığı ve dikey yükseklikle orantılı olan bu kuvvet nedeniyle oda tavanında 16 Pa mertebesinde basınç oluşabilir. Üst açıklıklardan hava bu basınçla dışarı itildiği gibi, yüksek sıcaklıktaki duman dikey shaftlarda çok daha büyük basınç farkları yaratır.

Üçüncü etki genişmeden kaynaklanır. Yangın bölgesine giren hava yaklaşık üç misli mertebesinde genişler. Genleşen bu hava dışarı çıkacaktır. Eğer yangın bölgesinde yeteri kadar açıklık varsa, bu hava önemli bir basınç farkı yaratmaz. Ancak sıkıca kapanmış bölgelerde genişleyen hava büyük bir basınç yaratır ve bazı hallerde çok önemli olabilir.

Rüzgârın bina içindeki duman hareketine önemli bir etkisi vardır. Rüzgâr, hızına bağlı olarak yapının rüzgâr tarafındaki yüzeylerine 120 Pa basınç, ters yöndeki yüzeylerine aynı mertebelerde vakum uygulayabilir. Dış yüzey sızdırmaz ise bu etki bina içinde görülmez. Ancak yangın sırasında camlar patladığından, rüzgârın dumanı bina içine yaymada veya yerine göre binadan emmede önemli rolü vardır.

6.2.1 Duman Yönlendirilmesi

Duman kontrolünde ana prensip duvar, döşeme, kapılar vs. gibi engellerle yangın olan ve olmayan bölgeleri ayırmaktır. Yangın olan bölgeden, olmayan bölgeye yukarıda açıklanan yollarla duman geçişinin önlenmesi için mekanik sistem yardımı ile bu engellerde bir basınç farklılığı yaratmak gerekir. Engeldeki duman geçiş aralığının büyüklüğüne göre iki kontrol prensibi vardır.

1- Eğer açıklık büyükse, örneğin açık bir kapı gibi, duman sızması

hava hareketinin hızı ile ilişkili olarak kontrol edilir. Mekanik ventilasyonla, duman hareketinin tersi yönde bir temiz hava hareketi yaratılmalıdır. Bu havanın hızı bütün kesitte dumanın ters yöndeki hareketinden daha hızlı olmalıdır.

2- Açıklık küçükse, örneğin; çatlak veya yarık halinde (kapı aralıkları vs.) duman sızmasının önlenmesi için basınç farkı yaratılması gerekir.

Mekanik ventilasyon, korunmak istenen bölge ile yangın bölgesi arasındaki bölgede yukarıdaki yollarla yaratılan basınç farkından daha fazla basınç farkı yaratılmalıdır.

Herhangi bir açık kapı veya koridor boyunca olan duman hareketinin önlenmesi için gerekli kritik hava hızı yanma ısısı büyüklüğüne ve açıklık genişliğine bağlıdır. Aşağıdaki ifade ile belirlenebilir:

$$V = 0,0292 (E/W)^{1/3}$$

Burada V(m/s) hava hızını, E (W) ısı gücünü, W (m) açıklığı göstermektedir. Örneğin, 1,2 m'lik açıklıkta 150 kW enerji çıkışı için yukarıdaki ifadeden 1,45 m/s değerinde kritik hız hesaplanabilir.

Genellikle açıklıklarda duman kontrolü için pahalı ve tasarımı zor sistemlere gereksinim vardır. Bu tür sistemlerde 1,5 m/s hızların üzerine çıkmak ekonomik açıdan çok pahalı olmaktadır. Sprinkler yardımı ile soğutulan dumanlarda gerekli kritik hızlar yukarıdaki değerden çok daha küçük olabilmektedir.

Ancak sonuç olarak, hava akımı dumanı önlemenin bir yolu olmakla birlikte, duman kontrolünde asıl yöntem kapılar vs. gibi kapalı bölmeler arkasında basınç farkları yaratmaktır.

Bir yarık boyunca istenen basıncın yaratılabilmesi için gerekli hava miktarı,

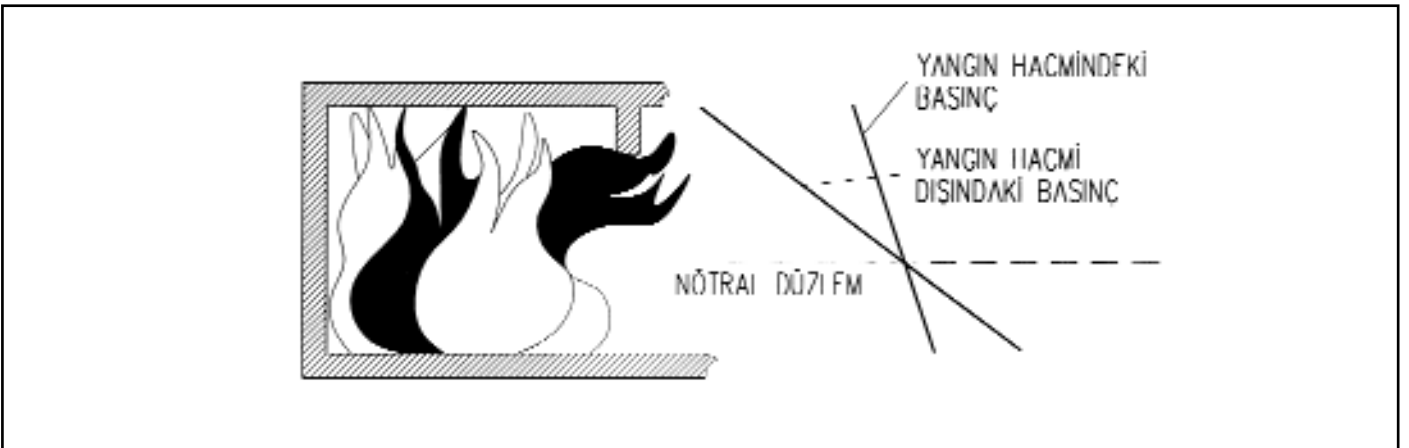
$$Q = 0,839 \cdot A \cdot (\Delta P)^{1/2}$$

ifadesi ile hesaplanabilir. Burada: Q(m³/s), gerekli hava debisi, A(m²) çatlak veya yarık toplam alanı, ΔP (Pa) yaratılmak istenen basınç farkıdır. Kapalı bir kapı etrafındaki açıklıkların toplamı, 0,01 m² değerinde ise 75 Pa bir basınç farkı için 0,073 m³/s hava debisine ihtiyaç vardır.

Öte yandan kapı etrafında yaratılan basınç farkı kapının açılmasını önleyecek mertebede olmamalıdır.

6.2.2 Duman Tahliyesi Dizayn Esasları

1. Duman kontrolü için belirlenmesi gerekli dizayn parametreleri, a) Sızıntı olabilecek aralıkların büyüklüğü, b) İklim şartları, c) Yaratılması gerekli basınç farkları, d) Açık olduğu kabul edi-



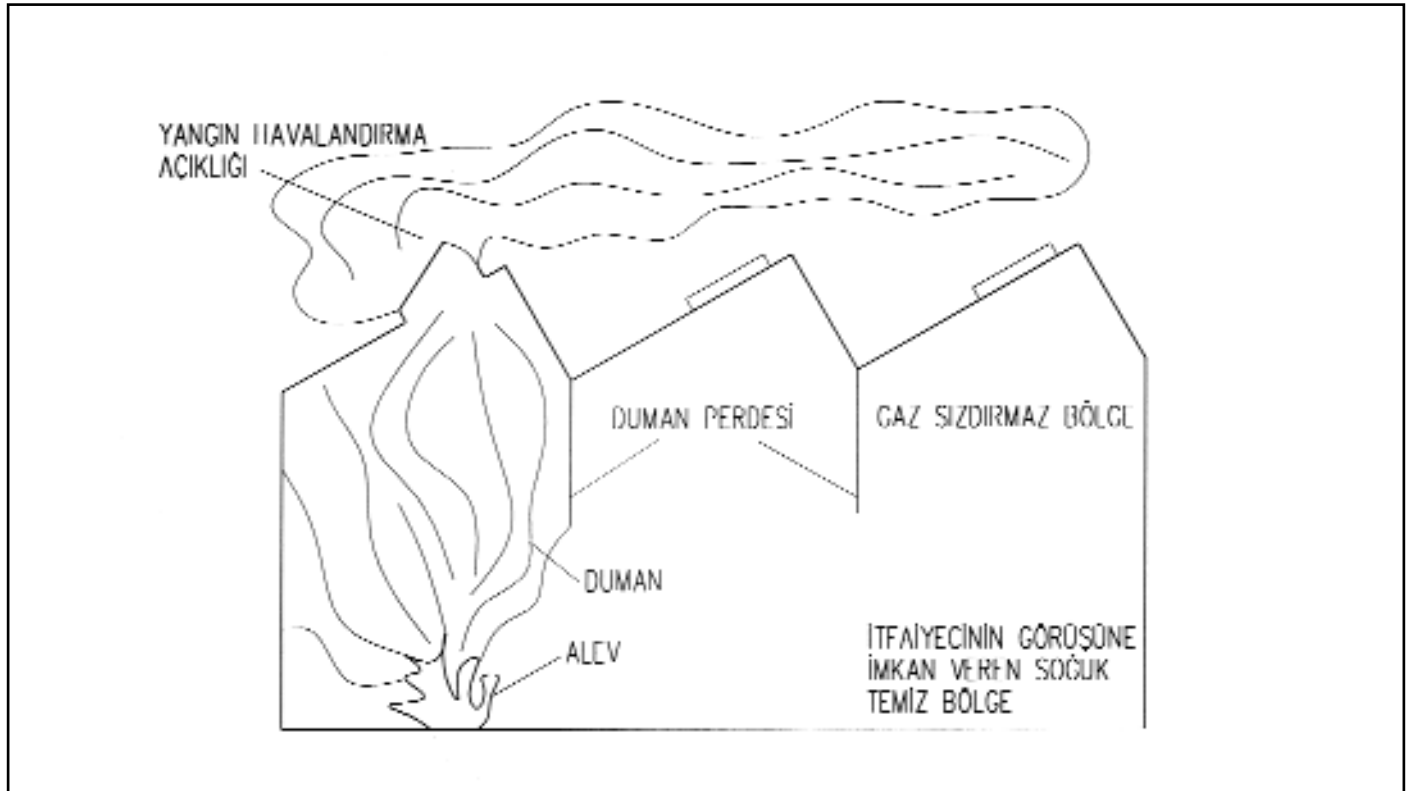
Şekil 6.3. YANMA GAZLARININ KALDIRMA GÜCÜ

lecek kapı sayısı olarak sayılabilir. Bu parametreler farklı standartlarda farklı olarak belirlenmektedir.

2. Binalarda yapılan duman tahliye tesisatı, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve binanın emniyetli bir şekilde boşaltılmasını sağlayacak güvenli bir ortamı oluşturacak şekilde tasarlanmalı, tesis edilmeli ve çalışır durumda tutulmalıdır. Duman tahliye tesisatlarının yerleştirilmeleri, kullanılacak teçhizatın cins ve miktarları, binanın kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, binada bulunanların hareket kabiliyeti ve binada bulunan yangın önleme sistemlerinin özelliklerine göre belirlenmelidir.
3. Bir yangın esnasında, mevcut iklimlendirme ve havalandırma sistemi duman tahliye sistemi olarak da hizmet verecekse, mekanik duman tahliye sistemi için istenilen bütün hususlar iklimlendirme ve havalandırma sistemine uygulanmalıdır.
4. Kanal kaplama malzemesi yanmaz malzeme olmalıdır. Bununla birlikte yanabilir malzeme kullanılması zaruri olduğunda malzemenin yüzey alev geciktirmesi olmalı, yangın esnasında az miktarda duman ve zehirli gaz çıkarmalı ve malzeme yangın damperinden en az bir metre uzakta olmalıdır.
5. Duman tahliye kanalları yangın merdivenlerinden ve yangın güvenlik hacimlerinden geçmemelidir. Elde olmayan nedenlerden dolayı, kanalın bu bölümden geçmesi durumunda geçtiği bölümün yapısal olarak yangına dayanım süresi kadar yangına dayanacak bir malzeme ile kaplanmalıdır. Kanal bir duvarı geçerek bölüm içerisine giriyorsa, duvar geçişlerinde yangın damperleri kullanılmalıdır.
6. Aynı hava santrali ile birden fazla mahallin havalandırılması ya da iklimlendirilmesi yapılıyorsa, mahaller arası geçişlerde, dö-

nüş ve toplama kanallarında yangın damperi kullanılmalıdır. Topluma açık özel önlem isteyen yapılarda havalandırma kanalı içine damperlere kumanda eden kanal tipi duman dedektörleri konulmalıdır.

7. Asma tavan arası, yükseltilmiş döşeme altı gibi mahallerin plenum olarak kullanılması durumunda bu bölümler içerisinden sadece; mineral, alüminyum veya bakır zırlı kablolar, rijit metal borular ve esnek metal borular geçirilmelidir.
8. Duman tahliye kanalları yangın zonu duvarlarını delmemelidir. Eğer havalandırma kanalı korunmuş bir shaft içinden geçiyorsa shafta giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır.
9. Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz.
10. Duman tahliye sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak aktive olmalıdır. İlave olarak, uzaktan el ile kumanda için çalıştırma/durdurma imkanı bulunmalıdır.
11. Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat baca ve kanalları, yangın bölmeleri hizasında, tesisat dışında, çift taraflı en az sekiz milimetre saçla kapatılmış ve arası yalıtılmış olmalıdır. Havalandırma kanal ve bacalarının yangın bölmelerini aşmalarına özel detaylar dışında izin verilmez. Hava kanalları, yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır.
12. Diesel motorlu pompa ve acil durum jeneratörünü çalıştırmak için mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde bu bölümlerin duman tahliye sistemleri diğer bölümlere hizmet veren sistemlerden bağımsız olarak dizayn edilmeli, hava doğrudan dışardan ve herhangi bir egzoz çıkış noktasından en az 5 metre uzaktan alınmalı ve mahallin egzoz çıkışı da doğrudan



Şekil 6.4. DUMAN PERDELERİ VE DUMAN BACALARI

dışarıya ve herhangi bir hava giriş noktasından en az 5 metre uzağa atılmalıdır.

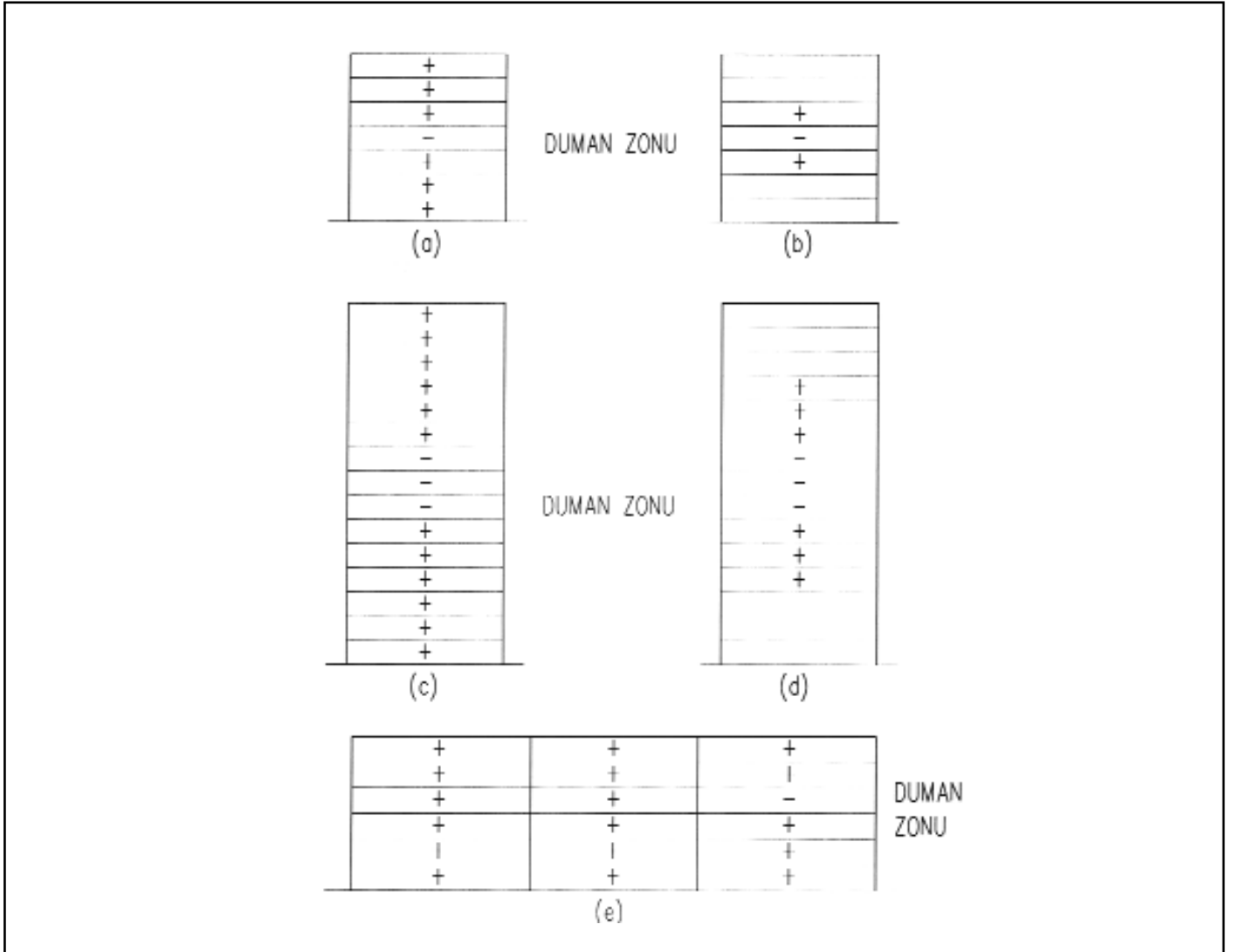
13. Otel, restoran, kafeterya benzeri yerlerin mutfaklarındaki pişirme alanlarının mekanik egzoz sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve egzoz kanalları korunmamış yanabilir malzemelerden en az 50 cm açıktan geçmeli, egzoz doğrudan dışarıya atılmalı ve herhangi bir hava giriş açıklığından en az 5 metre uzakta olmalıdır. Mutfak dışından geçen egzoz kanalı geçtiği bölümün veya mutfak bölümünün yapısal olarak yangına dayanma süresi kadar bir malzeme ile kaplanmalı, eğer kanal bir tuğla şaftı içerisinden geçiyorsa şaftın diğer bölümlerinden ve diğer kanallardan veya servis elemanlarından ayrılmalıdır. Mutfak egzoz kanallarına yangın damperi konulmamalıdır.
14. Toplam alanı 1900 m²'yi aşan bodrumlardaki otomobil park alanları için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 hava değişimi sağlamalıdır.
15. Un, tahıl, kepek, nişasta ve şeker gibi parlayıcı organik tozlar

meydana getiren maddelerin imal edildiği, işlendiği veya depo edildiği yerlerde bu maddelerin tozlarının toplanmasını önleyecek özel havalandırma tertibatı yapılması zorunludur. Bu yerlerde soba, ocak ve benzeri açık ateş kaynağı bulundurulması ve önlem alınmaksızın kaynak yapılması yasaktır.

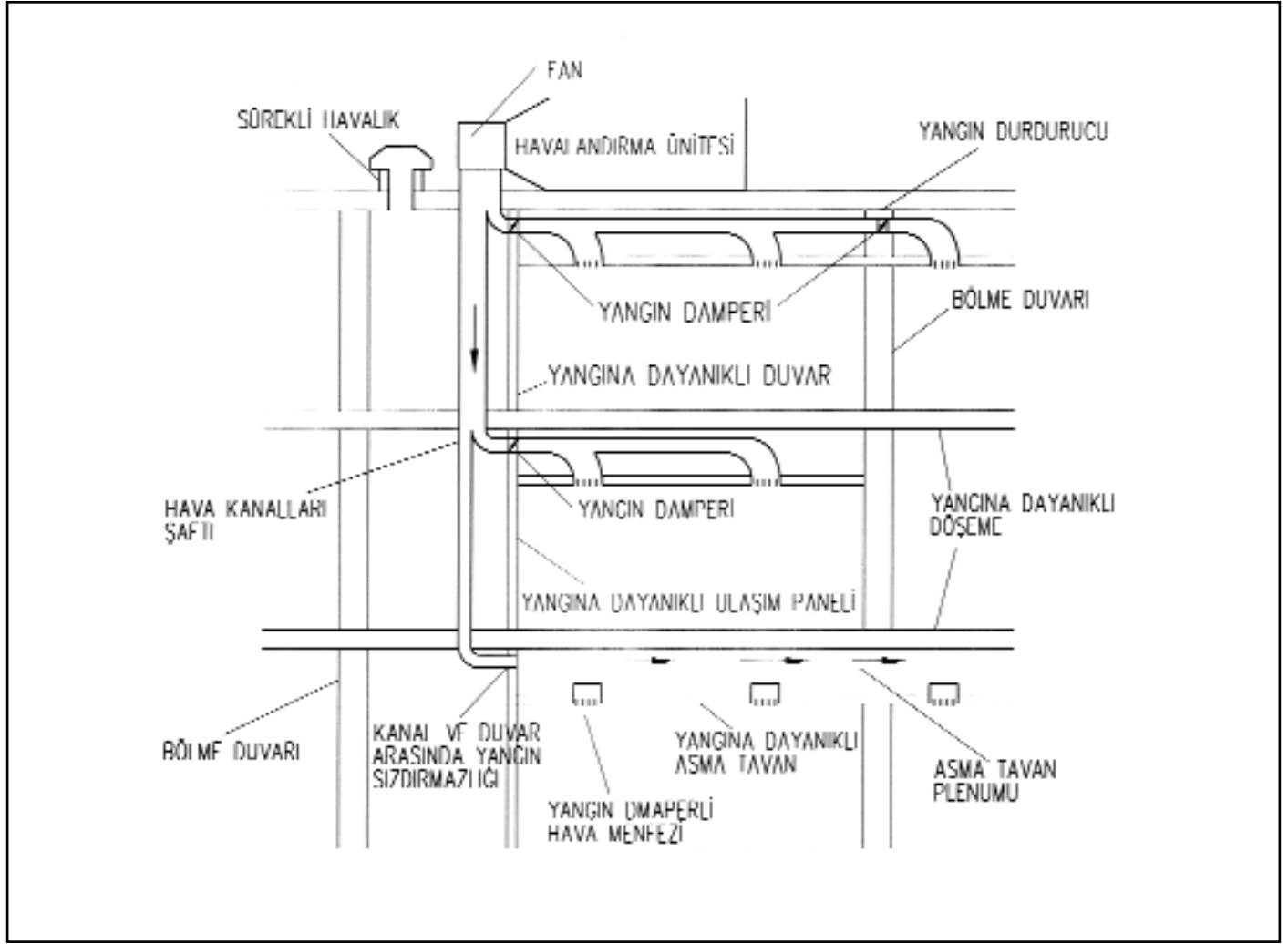
16. Doğalgaz, LPG veya tehlikeli maddelerle çalışılan yerlerde fan ve havalandırma motorları patlama ve kıvılcım güvenli (ex-proof) olacaktır.
17. Duman egzoz, merdiven basınçlandırma fanları ve yangında kullanılacak cihazların motorlarının kabloları yüksek sıcaklığa dayanabilecek özellikte seçilmelidir.

6.2.3 Bölgesel Duman Kontrolü

Duman yangının olduğu kattan çok daha farklı katlara ve bölgelere yayılarak buralarda zarar ve ölümlere yol açmaktadır. Bu duman hareketinin önlenmesi için son yıllarda zon kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Burada amaç yapıyı Şekil 6.5'de görüldüğü gibi basınç zonlarına ayırarak duman hareketlerinin kontrol edilmesidir. Mekanik havalandırma sistemi yardımı ile yangın olan bölgeden duman emilerek egzoz edilirken, diğer zonlara taze hava basılır. Bu



Şekil 6.5. DUMAN KONTROL ZONLARI



Şekil 6.6. YANGIN ZONU VE YANGIN DAMPERLERİ

sistemde istenilen sonucun alınabilmesi için ayrıca zonların hava sızmaları ve geçişi açısından çok iyi izole edilmiş olması gerekir. Bu sistemde yangın bölgesinden dumanın egzoz edilmesi, daha önce görülen ısıl genleşme nedeniyle yangın bölgesindeki aşırı basınç artışlarını da önler.

Dumanın egzoz edilmesi dış duvarlardaki açıklıklarla, duman şaftları ile veya mekanik havalandırma sistemi ile gerçekleştirilebilir. Besleme havası da mekanik havalandırma sistemi ile sağlanır. Yapının havalandırma sistemi, yangın anında kumanda merkezinden kumanda edilmek suretiyle, yukarıda öngörülen biçimde çalışacak şekilde dizayn edilmiş ve yapılmış olmalıdır. Genellikle bu sistemlerin tasarımında ve kontrolünde bilgisayar programlarından yararlanır.

Şekil 6.7’de görüldüğü gibi bir çok zona hizmet eden bir merkezi klima sisteminde zon duman kontrolü varsa, yangın algılandıktan sonra duman kontrol sistemi aşağıdaki şekilde çalışır. Duman kontrolü, duman olan zondaki besleme kanalı duman damperini ve diğer katlarda ise dönüş kanalındaki duman damperini kapatarak gerçekleştirir. Santraldeki dönüş damperi de kapatılır.

- 1- Yangın ve duman olan bölgedeki besleme kanalındaki duman damperleri kapanır.
- 2- Dumandan korunması gereken bölgelerdeki dönüş kanallarında bulunan duman damperleri kapanır.

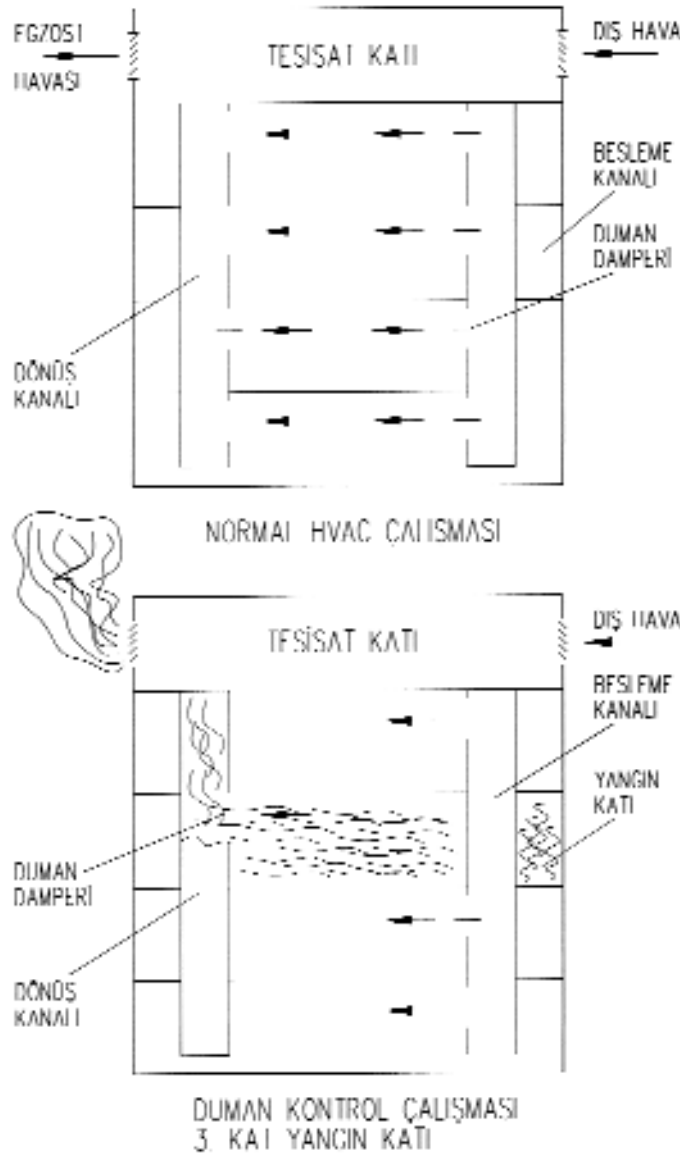
- 3- Dönüş ile besleme santrallerini bağlayan resirkülasyon hattı üzerindeki duman damperi kapanır. Böylece besleme santrali %100 dış hava ile çalışma konumuna geçer.

6.3 MERDİVEN YUVASI BASINÇLANDIRMASI

Yangın merdivenlerine dumanın girişinin engellenerek insanların tahliyesinin dumanlı bir ortamda sağlanması ve itfaiyecilere yangına müdahale için uygun ulaşım yolu sağlanması için basınçlandırma yapılır. Merdiven yuvası yangına dayanıklı olan ve duman sızdırmaz kapılarla bina bölümlerinden ayrıldığından, merdiven yuvasına verilen hava ile pozitif basınç oluşturulur ve merdiven yuvasının dışından içine duman girişi engellenir. Basınçlandırma sistemi tasarlanırken merdiven girişinde lobi olup olmadığı, iç mekanlarda duman tahliyesi yapıp yapılmadığının belirlenmesi ve dış kapı konumunun çok iyi değerlendirilmesi gerekir.

Ülkemizde yeni çıkarılan yangından korunma yönetmeliklerinde, yapı yüksekliği 21,50 m’yi geçen bütün binalarda kapalı merdivenler basınçlandırılmalıdır. Konutlarda yükseklik 51,50 m’yi geçmesi durumunda basınçlandırma sistemi yapılmalıdır. Ayrıca bodrum kat sayısı 4’den fazla olan binalardaki yangın merdivenleri ve acil durum asansörü kuyuları basınçlandırılmalıdır.

Basınçlandırma konusu geniş olarak; BS (British Standards, 5588



Şekil 6.7. MERKEZİ KLİMANIN DUMAN TAHLİYESİNDE KULLANILMASI

Bölüm 4) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.)'da ele alınmıştır. ASHRAE kodlarında debiyi hesaplamak için matematik bağıntılardan yararlanılırken BS'de ampirik tablolar ön plandadır. Ayrıca ASHRAE'de yalnızca merdiven yuvasının basınçlandırılması söz konusuken BS'de buna ilave olarak lobi ve koridorların da basınçlandırılacağı göz önünde bulundurulmaktadır. Dolayısıyla bulunan debiler de birbirinden farklı olmaktadır.

Basınçlandırma sistemleri, korunmuş kaçış yolları meydana getirecek şekilde tasarlanır. Korunmuş kaçış yolları merdiven yuvaları, lobiler ve bazı durumlarda koridorları kapsar. İhtiyaca göre bu yerlerden biri veya birkaçı bir arada basınçlandırılarak duman kontrolü sağlanmaya çalışılır. Acil durumlarda kullanılacak asansörlerin kuyularının basınçlandırılması da gereklidir.

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.

6.3.1. Merdiven Yuvası İçindeki Basıncın Değişimi

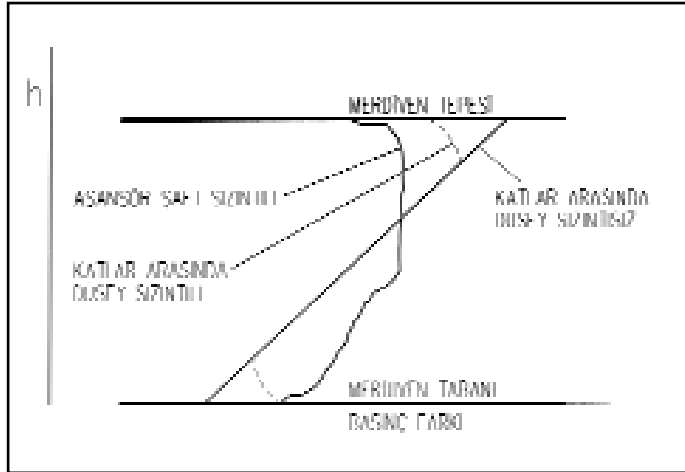
Merdiven yuvasındaki basınç değişimleri daha çok merdiven yuvası yüksekliğinin fonksiyonudur. Yükseklik arttıkça alt ve üst seviye arasındaki basınç farkı artar. Buna bağlı olarak duman hareketi de değişir. Genel olarak dumanın hareketine; baca etkisi, sıcak dumanın genişerek yükselmesi, rüzgâr, sıcaklık farkı, havalandırma kanalları ve açıklıklar neden olur. Bu faktörlerin değişimi ise binanın konumuna, basınçlandırma durumuna bağlıdır.

Dikey sızıntı alanı bulunmayan; iç ve dış sıcaklıkları farkının ve her

kattaki sızıntı alanlarının da aynı olduğu basit merdiven kovalarına ilişkin analitik metot 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 basit merdiven yuvası analizinin kullanım alanı sınırlıdır ve sadece bir basınçlandırılmış merdiven yuvası olan binalar için geçerlidir. Ancak simetri kavramı kullanılarak herhangi sayıdaki merdiven yuvasına genişletilebilir. Merdiven kovalarının kapılarının açık olması durumu ayrı bir analiz gerektirir.

Şekil 6.8'de dış sıcaklığın iç sıcaklıktan küçük olduğu kış şartları için iç ve dış sıcaklıkları aynı ve sızıntı karakteristikleri farklı üç farklı merdiven yuvası için basınç profilleri görülmektedir.

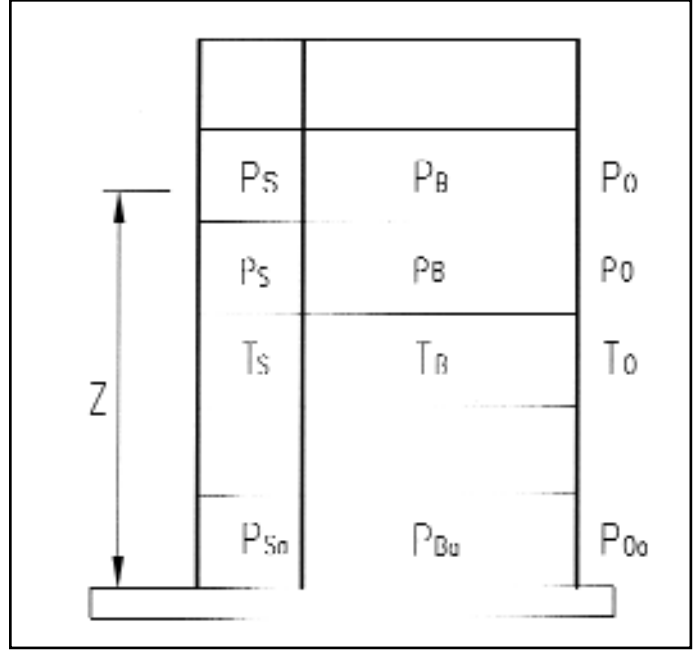
Katları arasında düşey sızıntı veya merdiven kovalarından şafta sızıntı olmayan binalarda basınçlandırılmış merdiven yuvasının basınç profili düz bir çizgidir. Bu düz çizginin eğimi dışarıya ile merdiven yuvası arasındaki sıcaklık farkına ve binanın sızıntı alanlarına bağlıdır. Sapmanın uzunluğu katlar arasındaki sızıntının büyüklüğüyle ilişkilidir. Basınç profili ise merdiven yuvasındaki sızıntı alanlarına, asansör şaftına, dış duvarlara, binanın sıcaklığına, merdiven yuvasına ve dış havaya bağlıdır. Merdiven yuvasında belli bir mesafedeki basınç değişimi diğer bir mesafeden fazla olabilir. Bu yüzden ortalama, maksimum ve minimum basınç farklılıklarına dikkat edilmelidir.



Şekil 6.8. FARKLI MERDİVEN YUVALARINDA BASINÇ PROFİLLERİ

Merdiven yuvası, asansör kuyusu ve şaftlardaki sıcaklık, dış hava sıcaklığından farklı ise, hava alt ve üst noktadaki yoğunluk farkı nedeniyle hareket eder. İçerideki sıcaklık dışarıdaki sıcaklıktan daha büyükse alt kısımlardan girer ve üst kısımlardan çıkar. Buna baca etkisi denir. Dış sıcaklık büyük ise tersi bir hava girişi olur, buna da ters baca etkisi adı verilir.

Genelde merdiven şaftındaki akışlarda sürtünmeler ihmal edilebilecek derecede küçüktür. Özellikle kapıları kapalı basit merdiven yuvası sistemleri için sürtünmeler ihmal edilebilir mertebededir. Dolayısıyla merdiven yuvasındaki basınç hidrostatik kabul edilerek (Şekil 6.9), ρ_s (kg/m^3) merdiven yuvası içindeki hava yoğunluğu; P_{sa} (Pa) merdiven yuvasının tabanındaki mutlak hava basıncı; g (m/s^2) yerçekimi ivmesi olmak üzere, merdiven yuvasında tabandan itibaren z (m) yüksekliğindeki mutlak hava basıncı P_s ;



Şekil 6.9. MERDİVEN YUVASI, İÇ HACİM VE DIŞ ORTAM

$$P_s = P_{sa} - g \cdot \rho_s \cdot z$$

şeklinde yazılabilir.

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

$$P_o = P_{oa} - g \cdot \rho_o \cdot z$$

ve merdiven yuvası ile dışarı arasındaki basınç farkı

$$\Delta P_{so} = P_s - P_o = \Delta P_{soa} + g \cdot z \cdot (\rho_o - \rho_s)$$

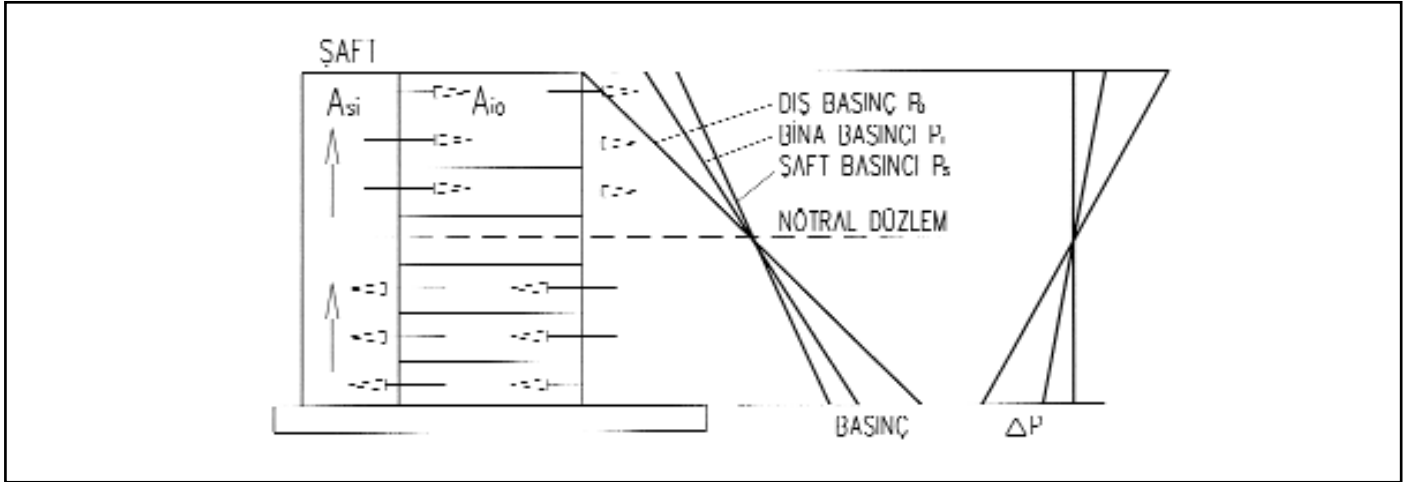
yazılabilir. Yoğunluğun değişmediği ve yükseklikle basıncın az değiştiği kabulü yapılarak, $P = \rho \cdot R \cdot T$ mükemmel gaz denkleminde yararlanarak

$$\Delta P_{so} = \Delta P_{soa} + K_s (1/T_o - 1/T_s) z$$

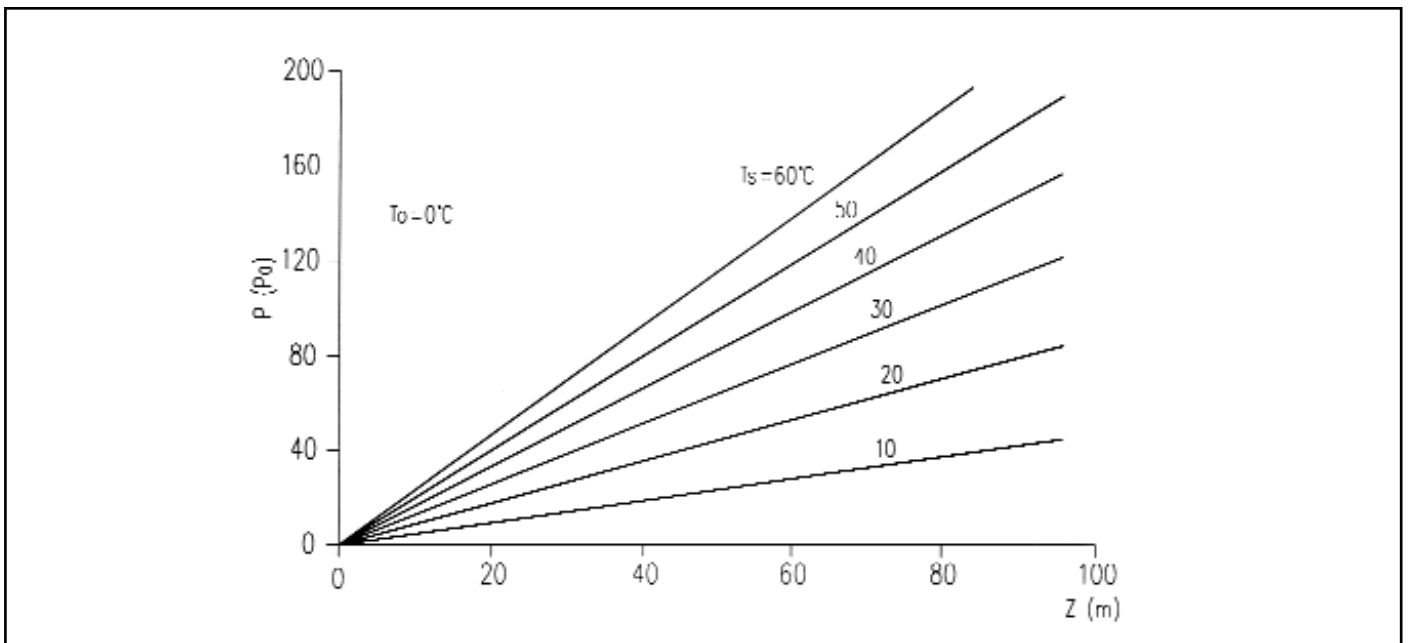
elde edilir. Burada; T_o (K) dış hava sıcaklığı, T_s (K) merdiven yuvası sıcaklığıdır, R mükemmel gaz sabiti için havanın değeri kullanılarak $K_s = g \cdot P_{atm} / R = 3460$ (1/K) bulunur.

Dış basınç, şaft basıncı ve bina içindeki basınç yükseklik arttıkça azalır (Şekil 6.10). 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 şaftlara girer ve yükselir, nötr düzlemin üstünde ise şaftlardan çıkar ve binaya yayılır veya dışarı gider. Şekil 6.11'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 döndürülür. İç sıcak-



Şekil 6.10. NORMAL BACA ETKİSİ DURUMUNDA OLUŞAN BASINÇ DAĞILIMI



Şekil 6.11. BACA ETKİSİNİN YÜKSEKLİK VE SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

lığın yükselmesinin yanında sıcak duman gazlarının yükselme eğilimi de ters baca etkisini azaltır ve çoğu zaman ortadan kaldırır.

Gaz sıcaklığı T_g (K) olmak üzere gazların kaldırma basıncı

$$\Delta P_g = K_s \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_g} \right) z$$

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

6.3.2. Merdiven Yuvalarına Hava Besleme Şekilleri

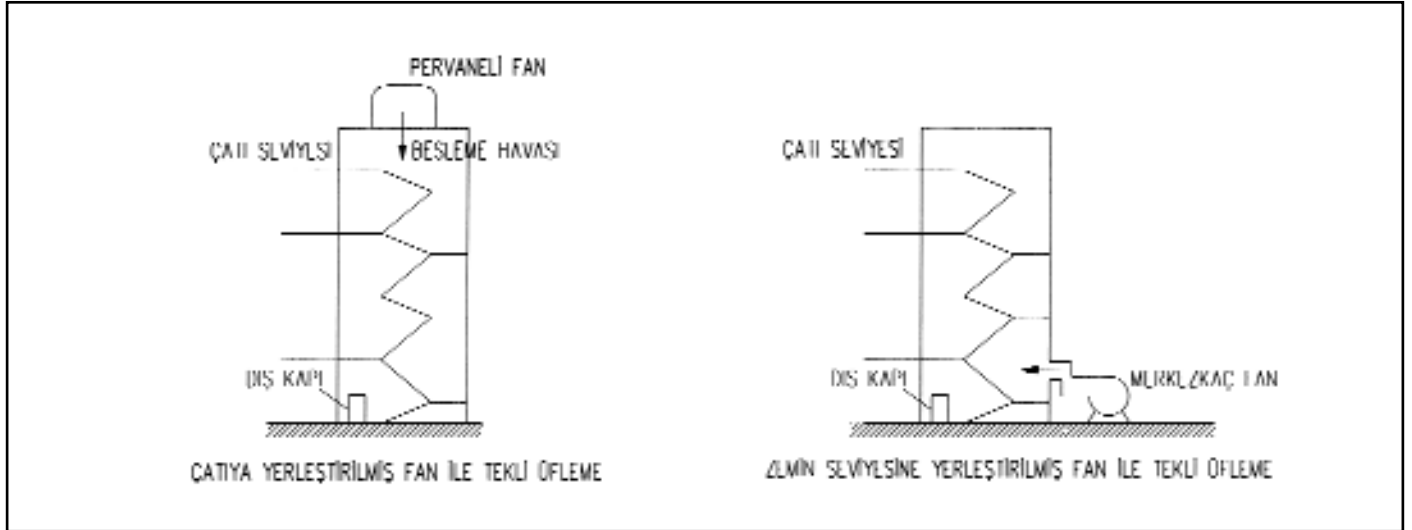
a. Tek Kademeli ve İki Kademeli Basınçlandırma

Tek kademeli sistemde basınçlandırma sistemi yalnız acil durumlarda devreye girer. Basınçlandırma için ayrı bir fan kullanabileceği gibi normal havalandırma sistemi fanından da yararlanmak mümkündür. Normal havalandırma sistemi aynı zamanda acil durum ba-

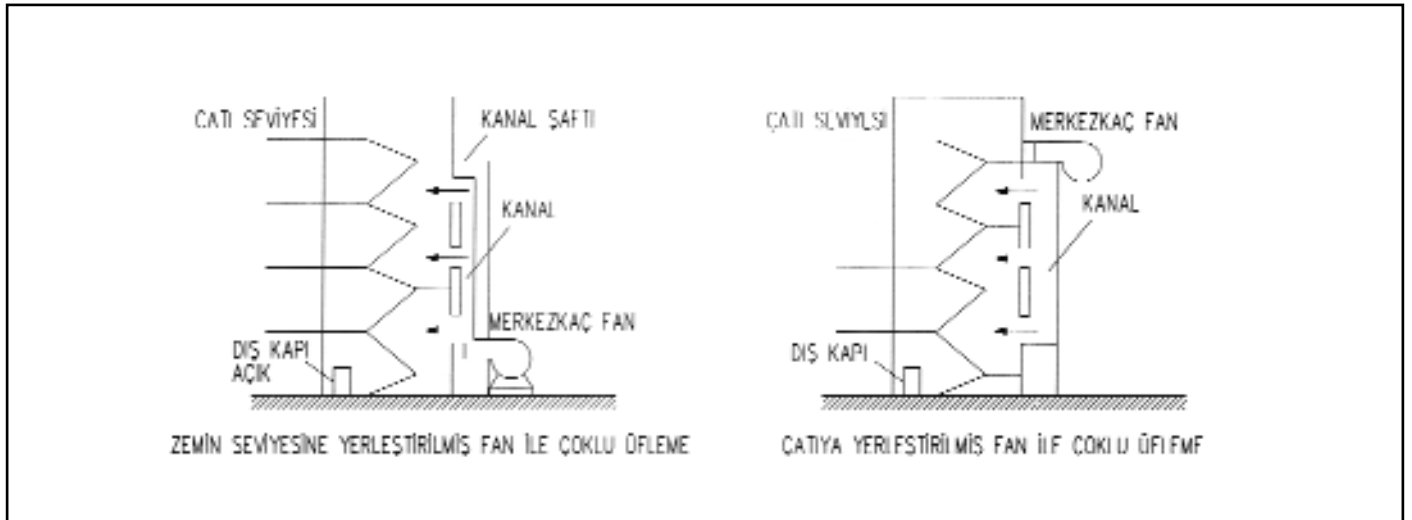
sınçlandırması için düşünülmüşse, fanlar iki kademeli seçilmelidir. Fan kapasitesi, birinci kademede normal havalandırma yapacak değerdendir. İkinci kademede ise basınçlandırılan yerin özelliğine göre kapasitesi %50 ile %300 arasında artırılır.

b. Tekli ve Çoklu Besleme

Tekli besleme sistemi, besleme havasının merdiven yuvasına tek bir noktadan üflenmesi esasına dayanır. En yaygın tekli besleme tipi tepeden yapılıdır. Yüksekliğin fazla olduğu binalarda, merdiven yuvasının alt ve üst kısmından aynı anda basınçlandırma yapılabileceği gibi farklı noktalarda da besleme yapılır. Bu sistemlerde, merdiven kapılarının mutlaka kendiliğinden kapanan tip olması gerekir. Yüksek merdiven yuvalarında, besleme noktasına yakın olan birkaç kapı açıldığında, tekli üfleme sistemi başarılı olmaz. Tüm basınçlandırma havası bu açık kapılardan çıkar ve uzak noktalarda pozitif basınç sağlanamaz. Bu nedenle tekli besleme merdiven yuvasının üst kısmından yapılıyorsa kat sayısı 8'den fazla olmamalıdır. Alttan



Şekil 6.12. MERDİVEN YUVASININ ALT VE ÜST KISIMLARINDA TEKLİ ÜFLEME



Şekil 6.13. ÇATIYA VE ZEMİNE YERLEŞTİRİLMİŞ FANLA ÇOKLU BESLEME

besleme yapılması durumunda, kapıların açılması üst katlara hava geçişini fazla azaltacağından kat sayısı en çok 6 olmalıdır. Havanın merdiven yuvasına alt ve üst kısımlarından üflendiği binalarda ise kat sayısı 12'yi geçmemelidir. Alt ve üst noktalardan üfleme yapılan merdivenlerde fan kapasiteleri hesaplanırken üst kısma yerleştirilen fanın daha çok sayıda kata basınçlandırma sağlayacağı göz önünde bulundurulmalı ve daha büyük kapasitede seçilmelidir. Uygun çözüm, bir shaft aracılığıyla her katta bir besleme menfezinden merdiven yuvasına hava gönderilmesidir. Bir shaft içinden geçen kanaldan dağıtım yapılabileceği gibi shaft doğrudan kanal gibi de kullanılabilir. Açık kapılardan havanın kaçmasını engellemek için çoklu üfleme sisteminde her kattan üfleme yapılır. İki katta bir besleme yapılması da kabul edilen çözümlerdendir. Besleme noktaları arasındaki en emniyetli mesafe hakkında birçok değişik fikir vardır. Genellikle iki üfleme noktası arasındaki mesafenin 3 kattan fazla olması istenmez.

c. Merdivenin Bölümlendirmesi

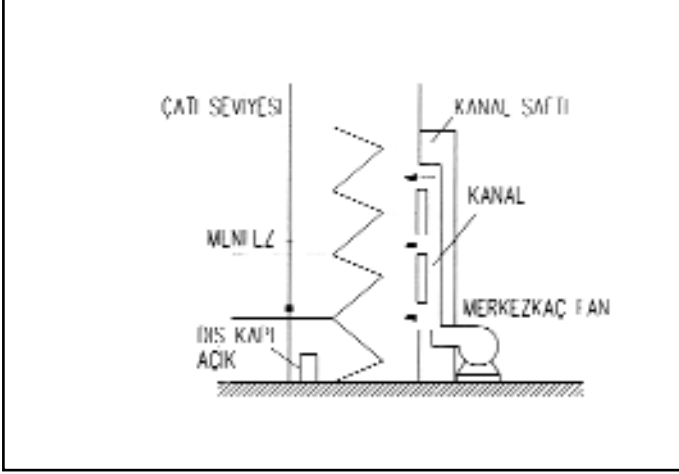
Çoklu besleme sistemine bir alternatif, merdiven yuvasının bölün-

mesidir. Bölmeler, duvarlarla ayrılır ve bölümler arasında normal kapanan kapılar konulur. Bu kapıların yangın kapısı olması şart değildir, sızdırmaz olmaları yeterlidir. Her bölmede en az bir üfleme noktası vardır. Bölümlendirmenin önemli avantajı, çok uzun olan merdiven yuvalarının parçalara bölünerek yeterli seviyede uniform basınçlandırmanın sağlanmasıdır. Dezavantajı ise merdiven yuvasını bölümlere ayıran duvar ve kapılar yüzünden daha geniş bir alana ihtiyaç duyulmasıdır. Bölmeler arasındaki kapı açıldığında bölme etkisi yok olur. Bu nedenle insan yoğunluğu fazla olan binalar için uygun değildir. Bölümlendirmeli sistem, maksimum açık kapı sayısı düşünülerek uygulandığında, çok yüksek binaların merdiven yuvalarının basınçlandırılmasında kanal kesitinin küçülmesi bakımından yararlı olabilir.

6.3.3. Basınçlandırma Yöntemleri

Merdiven basınçlandırmasında en önemli problem müsaade edilen alt ve üst basınç seviyeleri arasında basınçlandırmanın sağlanmasıdır. Tüm kapılar kapalıyken veya bazı kapılar açıkken kabul edile-

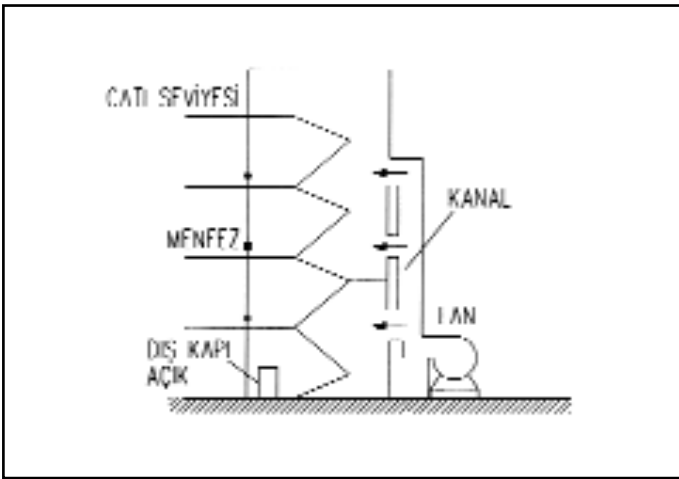
bilir basınç seviyelerinin sağlanması gerekir. Tüm kapılar kapalı iken, basınç müsaade edilen maksimum basıncın üzerine çıkabilir, ki bu durumda merdiven kapılarının açılması zorlaşır. Açık kapı sayısı fazla ise basınç müsaade edilen minimum basıncın altına düşer, ki bu durumda merdivene dumanın girişi engellenemez. Basıncın müsaade edilen alt ve üst sınırlar arasında kalmasını sağlamak için farklı sistemler uygulanır. Bunlar arasında en çok uygulanan sistemler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 6.14. MERDİVEN YUVASI KANADA BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

a. Sabit Beslemeli, Dış Kapı Kontrollü Sistemler

Besleme havası miktarı, fan karşısındaki basınç ile bir miktar değişebilse de sabit kabul edilir. Basınç arttığı zaman merdiven yuvası dış kapısı otomatik olarak açılır. Kanada sistemi olarak da bilinen bu sistemde, besleme bir noktadan veya çok noktadan yapılabilir. Sistemin tasarımında dış kapının açık olduğu esas alınmalıdır. Sistemin tasarımının basit ve bir dereceye kadar ucuz olmasından dolayı ihtiyaçları karşıladığı sürece önerilir.



Şekil 6.15. HER KATTA MENFEZİN BULUNDUĞU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

b. Sabit Beslemeli Barometrik Damperli Sistemler

Merdivende basınç belirli bir seviyeye gelince bina dışına veya bina içine açılan barometrik damperler otomatik olarak açılır. Barometrik

damperler basınç belirli bir değer altına düştüğünde tekrar kapanır. Dış duvardaki menfezler rüzgârın zararlı etkilerine maruz kalabileceğinden dışa açılan damperlerde rüzgârın ters etkisini önlemek üzere rüzgâr kalkınları kullanılmalıdır. Kapılar açıldığında ise düşen basınç etkisi ile damperler tekrar kapanmalıdır.

Bina ile merdiven yuvası arasında menfez bulunan sistemlerde, menfezler bir barometrik damperle beraber bir veya daha fazla yangın damperi de içermelidir. Bu yangın damperleri normalde kapalıdır, ancak basınçlandırma sistemi etkin duruma geldiğinde açılır. Böylece barometrik damperin kapağının gereksiz yere sık sık açılıp kapanmasını önler.

c. Besleme Havası Miktarının Değişken Olduğu Sistemler

Akış miktarını değiştirmek için değişken debili fanlar kullanılabilir. Değişken akış fanları bina ile merdiven yuvası arasındaki basınç farkını hisseden bir veya daha fazla statik basınç sensörü ile kontrol edilir. Kapılar açıldığında merdiven yuvası basıncı düşer ve akan besleme havası miktarı en az minimum tasarım basıncına kadar artırılır. Tüm kapılar kapandığında merdiven yuvası basıncı artar ve akış miktarı aşırı basınç farkını önlemek için azaltılır.

Besleme fanına by-pass devresi kontrolü yapılarak da akış debisi değiştirilebilir. By-pass sisteminde merdiven yuvası içindeki hava miktarı by-pass damperlerinden yararlanarak değiştirilir. Merdiven yuvasındaki bir veya birkaç statik basınç sensöründen kumanda alan oransal by-pass damperi, basınç arttıkça by-pass devresini açarak merdivene basılan havayı azaltır.

6.3.4. Basınçlandırma Sistemlerinin Tasarımı

Basınçlandırma sistemi açık bir kapıdan basınçlandırılmış alana duman girişini engelleyecek yeterlilikte hava hızını sağlayabilmelidir. Herhangi bir kapının tamamının açık olması durumunda ortalama hız büyüklüğü en az 1 m/s olmalıdır. Basınçlandırma sisteminin yangın güvenlik hacmine de basınçlandırma yapılması durumunda, merdiven tarafındaki basınç yangın güvenlik hacmi tarafındaki basınçtan daha yüksek olacak şekilde bir basınç dağılımı oluşturulmalıdır.

Basınçlandırma sistemi çalıştığı zaman, bütün kapılar kapalı iken basınçlandırılan merdiven yuvası ile bina kullanım alanları arasındaki basınç farkı en az 50 Pa olmalıdır. Açık kapı durumu için basınç farkı en az 15 Pa olmalıdır. Hem basınçlı havanın hem de otomatik kapı kapatıcının kapı üzerinde yarattığı kuvveti yenerek kapıyı açmak için kapı tutamağına uygulanması gereken kuvvet 110 Newton'u geçmemelidir. Kapı kapatıcılar kullanılmadığı takdirde merdiven yuvası içindeki basınç farkı en fazla 100 Pa, en az 12 Pa olmalıdır. Kapı kapatıcılar kullanıldığı takdirde, kapı kapatıcıların kapıya uyguladığı kuvvet hesaba katılarak, merdiven içindeki basıncın kapıya uyguladığı kuvvet ile kapı kapatıcıların kapıya uyguladığı kuvvetin toplamı 110 N'u geçmemelidir.

En az bir iç kapı ve bir dışarıya tahliye kapısının açık olacağı düşünülerek dizayn yapılmalı ve bina kat sayısına göre açık iç kapı sayısı artırılmalıdır. Basınçlandırma havası miktarı, sızıntı alanlarından çevreye olan hava akışlarını karşılayacak mertebede olmalıdır. Merdiven içerisinde oluşacak aşırı basınç artışlarını önlemek için relief damper veya frekans kontrollü fan düşünülmelidir.

Basınçlandırma havası doğrudan dışardan alınmalı ve egzoz çıkış

noktalarından en az 5 m uzakta olmalıdır. Basınçlandırma fanının dışardan hava emişine dedektör konulmalı, duman algılanması durumunda fan otomatik olarak durdurulmalıdır. Basınçlandırma sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak çalıştırılmalıdır. Merdiven yuvası basınçlandırmasında hava değişimi yerine açık kapı sayısı esas alınmalıdır. Genellikle ilk yaklaşım için 2 iç kapı ve 1 dış kapının açık olması halinde bu kapılarda 1 m/s hava hızı sağlanması istenir. Kapı alanı yaklaşık 1,8 m² alındığı durumda da gerekli hava debisi en az 5,4 m³/s bulunur. Bu yaklaşımda kapı sayısı ve kat yüksekliği ve ayrıca merdiven lobisinin basınçlandırma durumu fan kapasitesine etki etmemektedir, başka bir deyişle her binada aynı fan kullanılır gibi görünmektedir. Avustralya’da bu yaklaşım kullanılarak fan kapasitesi en az 5,4 m³/s alınırken, Kanada’da en az 4,7 m³/s ve Newyork’da 11,3 m³/s alınmaktadır. Bilgisayar analizlerinde elde edilen sonuçlara göre lobilerin basınçlandırılmadığı durumlarda kaba yaklaşım için

$$Q = 10 + 0,09 \times \text{kat sayısı} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

ve lobi basınçlandırılması durumunda

$$Q = 5 + 0,09 \times \text{kat sayısı} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

bağıntılarının kullanılması daha uygun olmaktadır. Merdiven kovalarının basınçlandırılmasında ilk yaklaşım için bu değerler alınsa bile daha sonra açık kapı analizi ile basıncın alt ve üst sınırlarının kontrol edilmesi bu değerlerin kullanılmaması gerekir.

Unutulmamalıdır ki, standartlarda ülkelere göre basınç seviyeleri ve debi çok farklı değerlerde alınmakta ve üzerinde anlaşılmalı bir değer bulunmamaktadır. Bütün çalışmalarda açık kapı analizinin yapılmasının en uygun olduğu belirtilmektedir.

a. Basit Merdiven Yuvası Sistemleri

Basit bir merdiven yuvası sisteminde, merdivenin bütün kapıları kapalı iken değerlendirme yapılır ve açık kapılı sistemlerin analizi için temel teşkil eder. Yangın durumunda merdivenin bazı kapıları belli bir süre açılıp kapanır. İnsan sayısının fazla olduğu binalarda merdiven yuvası kapıları tahliye sırasında kısa süreler için açık kalabilir. Bu sırada, merdivene dumanın sızması istenir.

Basit merdiven yuvası sisteminde tekli veya çoklu besleme yöntemi kullanılabilir. Bir veya daha fazla, aksiyal veya radyal fan yararlanılabilir. Tüm merdiven yuvası kapıları kapalıyken sistem tatmin

edici basınçlandırmayı sağlar. Merdiven yuvası kapıları açıkken genellikle basınç farkı düşük seviyeye iner. Düşük seviye, merdiven yuvasına duman sızıntısını engellemek için yeterli değildir ve basit merdiven boşluğu sistemleri yalnız tüm kapılar kapalıyken yeterlidir. Basınçlandırılmış havanın akış hızı, akış alanına yüksek oranda bağlıdır. Çünkü bu alanlar birçok durumda kabaca tahmin edilebilir, emniyet faktörü ise besleme havası fanı büyüklüğü saptanırken kullanılır. Besleme sistemi ayarlanabilir olmalıdır. Böylece istenen basınç seviyeleri daha kolay sağlanabilir.

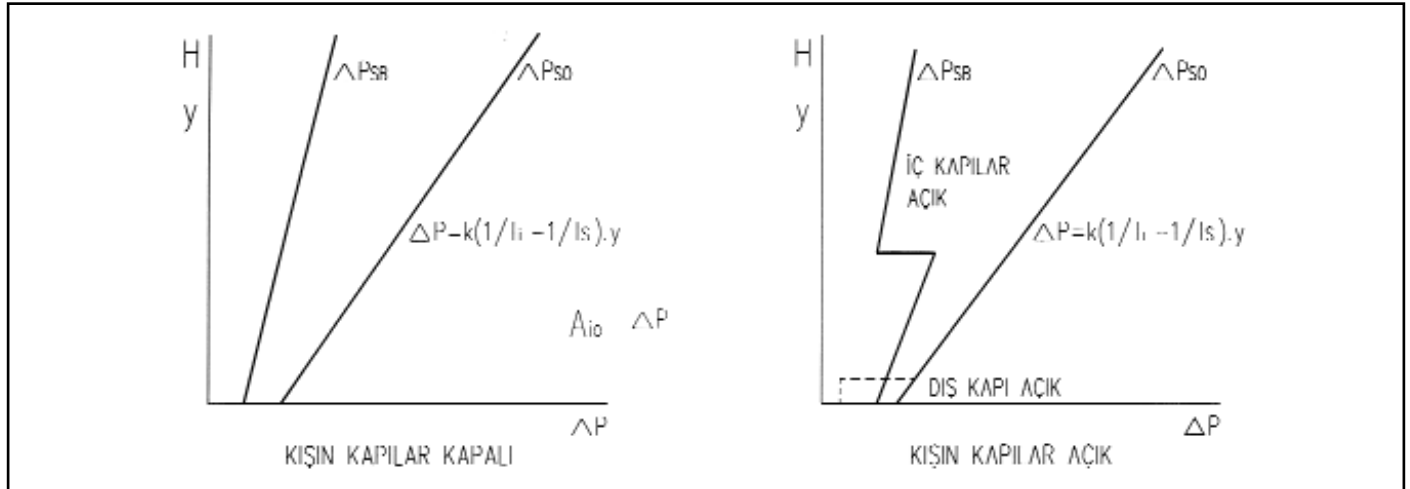
b. Açık Kapılı Sistemler

Basit merdiven yuvası sistemlerinde kapılar açıldığında, kapılar üzerinden basınç farkı düşmeleri önem kazanır. Basınç düşmesinin en büyük sebebi dışa açık kapıdır. Bina içine açılan açıklıklardan hava akışı bina içindeki diğer yolları kullanarak dışarıya akarken dış atmosfere açık olan açıklıklardan doğrudan dış tarafa akar. Dış duvar açıklıkları üzerinden akış, iç açıklıklardan olan akıştan 3 ile 10 kat daha fazladır. Bu yüzden merdiven yuvası dış kapılarının açılıp kapanmaları basıncın düzensiz değişiminin en büyük sebebi olmaktadır. İnsan sayısı fazla olan binalarda yangın süresince tahliye sırasında bazı merdiven yuvası kapılarının açık bırakılacağı beklendiğinden tasarım sırasında bu durum göz önünde bulundurulur.

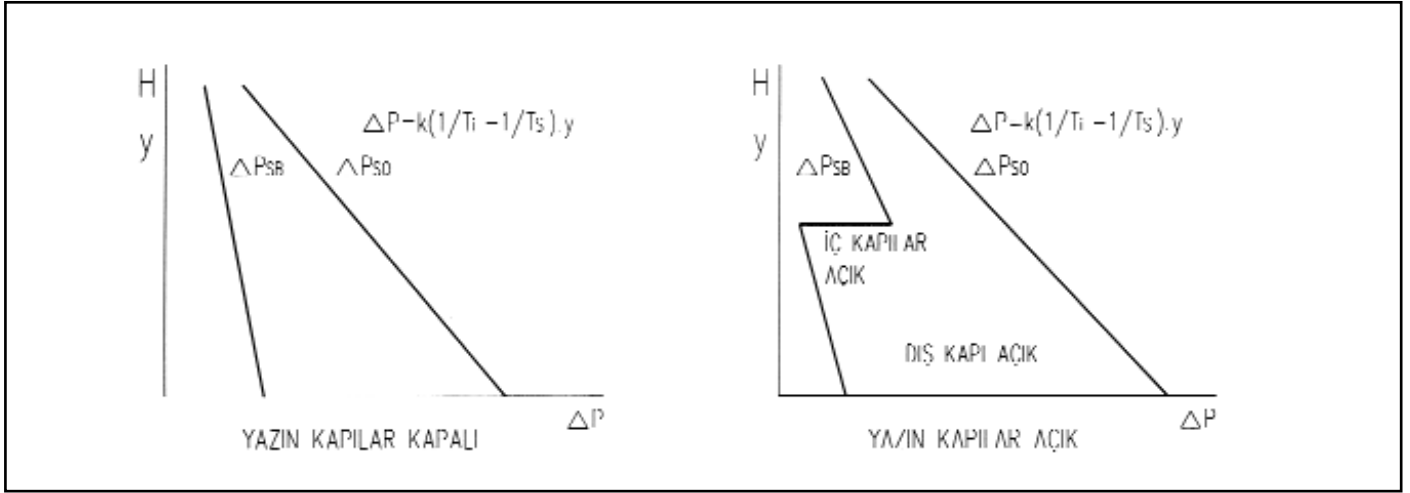
Basit merdiven yuvası sistemleri için geliştirilen analitik yaklaşım, sürtünme kayıplarının ihmal edilebildiği açık kapılı basınçlandırılmış merdiven yuvası sistemleri için genişletilmiştir. Çoklu besleme sistemi kullanılarak sürtünme kayıpları en aza indirilebilir. Zaten sürtünmeler yüzünden olan basınç kayıpları ihmal edilebilir mertebelere düşer. Tüm kapılar kapalıyken Şekil 6.16’da gösterildiği gibi basınç farkları doğrusaldır.

Bilindiği gibi basınç farkı merdiven yuvası yüksekliğiyle kışın artar, yazın azalır. Dış ortama açılan bir kapı açıkken basınç farkının artmasının nedeni, açık dış kapı üzerinden olan akışın çok büyük olmasıdır. Dış kapılar genellikle şaftın dibine yerleştirilir ve özellikle yazın, şaft dibinde basınç farkı çok büyüktür.

Merdiven yuvasından binaya açılan iç kapılar açıkken açık kapı yolları üzerindeki basınç farkı önemli ölçüde düşer. Bununla beraber açık giriş kapısı alanlarından olan akış çok büyük olabilir. Kışın açık kapılar üzerinden olan basınç farkı yükseklikle artar. Açık ka-



Şekil 6.16. KİŞİN BÜTÜN KAPILAR KAPALI VE DIŞ KAPI AÇIKKEN BASINÇ FARKLARI



Şekil 6.17. YAZIN BÜTÜN KAPILAR KAPALI VE DIŞ KAPI AÇIKKEN BASINÇ FARKLARI

pı merdiven yuvasının en tepesine yerleştirildiğinde, en fazla miktarda basınçlandırılmış havaya ihtiyaç duyulur.

c. Basınçlandırma Havası

Pozitif basınçlandırılmış merdiven yuvasında (hava akışının yönü tüm merdiven yuvası yüzeyi boyunca merdiven yuvasından dışarı yönlüdür.) merdiven yuvasından dışarıya akış, diferansiyel formda;

$$dQ = C \cdot A_{he} [2 DP_o / \rho] \cdot 1,2 \cdot dy$$

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

Merdivenle dışarıya arasındaki basınç farkı için, $y = 0$ 'dan $y = H$ arasında integre edilerek ΔP_{SOa} ve $\Delta P_{SOü}$ merdivenin tabanındaki ve tepesindeki dışarı ile olan basınç farkı olmak üzere;

$$Q_{SBO} = 2 \cdot N \cdot C \cdot A_{SBOe} / (3 \rho^{1/2}) [(\Delta P_{SOü}^{3/2} - (\Delta P_{SOa}^{3/2}) / (\Delta P_{SOü} - (\Delta P_{SOa}))]$$

elde edilir. $\Delta P_{SO} = \Delta P_{SB} (1 + A_{SB}/A_{BO})^2$ şeklinde olduğundan, merdivenden binaya akış hacimsel debisi (m³/s),

$$Q_{SB} = K_q \cdot N \cdot A_{SB} / \rho^{1/2} [(\Delta P_{SBü}^{3/2} - \Delta P_{SBA}^{3/2}) / (\Delta P_{SBü} - \Delta P_{SBA})]$$

elde edilir. Burada, ΔP_{SBA} (Pa) merdiven tabanındaki bina ile basınç farkı, $\Delta P_{SBü}$ (Pa) merdiven tepesinde bina ile basınç farkı, $K_q = 0,613$ ($C=0,65$ için)'dir.

İngiltere standartlarına göre binada basınçlandırılmış alanlarda, basit lobiye açılan kapılar kapalıyken tasarlanan basınçlandırma seviyesi hiçbir zaman 60 Pa'dan fazla olmamalı ve aynı zamanda 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 kapılarının 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 bi-

raz düşük olabilir. Ancak merdiven boşluğu ile lobiler (veya koridorlar) arasındaki seviye farkı 5 Pa'dan fazla olmamalıdır.

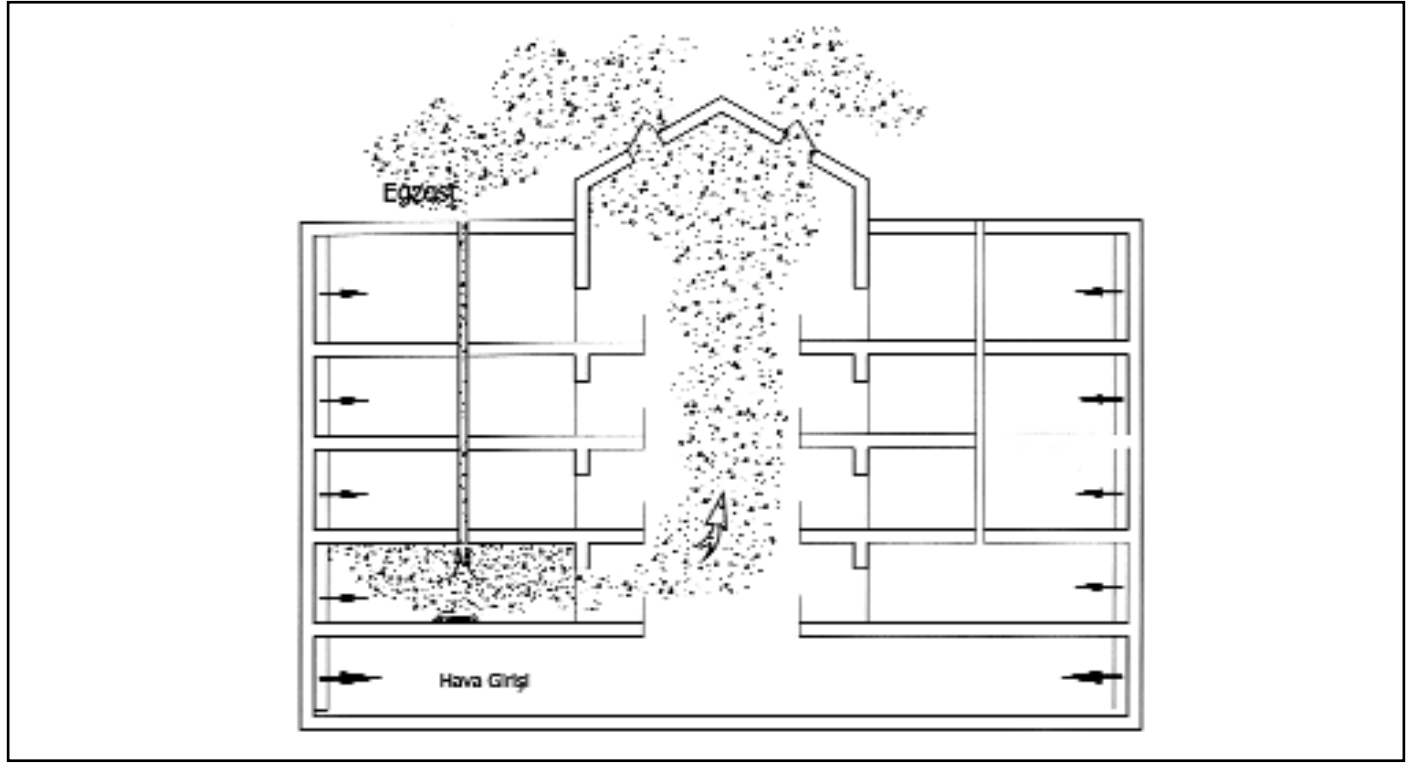
6.4 ATRIUMLARDA DUMAN KONTROLÜ

Yetmişli yıllarda sonra tüm dünyada atriumlu yapılar çoğalmaya başlamıştır. İlk olarak Romalılarda, evin giriş odası olarak kullanılan yüksek tavanlı odalar, günümüzde yapının giriş ve karşılama bölümünü oluşturan veya aydınlığını sağlayan yüksek tavanlı hacimler şeklini almıştır. Atriumlardaki büyük açıklıklar nedeniyle, küçük aralık ve açıklıklarla yaratılan basınç farklılığına dayalı duman kontrol yöntemleri geçerli değildir. Atrium duman kontrolünde yöntem, dumanın üst seviyelerden egzoz edilmesine dayanır. Böylece alt bölgelerde dumansız bir kaçış zonu yaratılır. Ancak, atriumun geometrisine, boyutlarına, kullanım biçimine, yerleşime ve yangının büyüklüğü ve yerine göre gerekli egzoz sistemi çok farklıdır.

Atriumlu yapıların mekaniğinin incelenmeye başlaması, altmışlı yılların sonunda başlar. Herhangi bir yangın anında meydana gelen duman diğer katlara atrium vasıtasıyla yayılabilir ve çeşitli zararlara yola açabilir. Atriumlar mimari açıdan basit olmasına karşın, mekanik kısmı daha karmaşıktır ve pahalıdır. Atrium mekaniği iki başlık altında ele alınır. Birincisi, atriumun ısıtılması, havalandırılma ve iklimlendirilmesi, diğeri ise atriumda yangın ve dumanın kontrol edilmesidir.

Yangında üretilen duman bir sütun şeklinde yükselerek tavana çarpıp ve hareketini tavana paralel olarak radyal doğrultularda sürdürür. Yatay doğrultularda duman hareketinin bir diğer sebebi de yatay düzensiz hava hareketleridir. Tavan yüksekliği fazla ise tavana ulaşmadan soğuyan duman, sıcaklık farkından dolayı katmanlaşır. Yangının devamında duman, hacmi tamamen doldurur. Duman tabakası yüksekliğinin azalması, yaşama alanlarına ve komşu hacim seviyelerine inmesinin engellenmesi gerekir. Egzoz fanlarının etkili olabilmesi için taze havaya gerek vardır. Gerekli taze hava düşük hızlarda temin edilmelidir. Etkili bir duman kontrolü için sağlanan taze hava, duman sütununun veya duman ara yüzeyinin hareketini bozmayacak şekilde olmalıdır.

Komşu hacimlerdeki yangınlar atrium içine yayılan gazlar üretir. Atriumlar için yapılacak dizaynda, serbest sütun ile yayılan sütuna



Şekil 6.18. ATRIUMLARDA DUMAN TAHLİYESİ

olan karışımın farkı göz önünde bulundurulmalı ve bu alanda üretilen dumanın atrium hacmi içine yayılması önlenmelidir. Etkili bir duman kontrolü için dumanın erken algılanması sağlanmalıdır.

Bir yangında üretilen duman miktarı, yangında açığa çıkan ısı ile yangın üstündeki duman tabakasının kalınlığının bir fonksiyonudur. Otomatik söndürme sistemleri duman üretiminin sınırlandırılması için önemlidir. Atrium dışındaki hacimlerdeki yangınlar söndürme sistemleri ile sınırlandırılmalıdır. Sprinkler sisteminin aktivasyonu duman gazının üretimini azaltır, fakat dumanı soğutarak dumanın çökmesine ve görüşün azalmasına sebep olur.

6.4.1. Atriumlarda Duman Tahliyesi Tasarım Esasları

Bina içiyle dışı arasındaki sıcaklık farkı ve atriumun tabanıyla tavanı arasındaki sıcaklık farkları baca etkisine sebep olur. Sıcaklık ve rüzgarın etkisi binanın yüksekliğine, konumuna, duvar ve katlardaki açıklıklar ile sızıntıya bağlı olarak değişir. Atriumlarda duman kontrolünde, öncelikle atriuma komşu alanlarda oluşacak duman kontrolü yapılmalı ve atrium içinde önceden belirlenmiş bir duman tabakası ara yüzeyi korunmalıdır. Atrium duman tahliyesi tasarımında;

- Bina içindeki insanların binayı terk etmeleri için gerekli güvenli ortam sağlanmalı,
- Dumanın yangın/duman zonundan diğer zonlara yayılması sınırlandırılmalı,
- Yangın söndürme ekibinin yangına ulaşması ve onu söndürmesi için gerekli yeterli görüş mesafesi sağlanmalı,
- Belirli bir zaman süresi içerisinde atriumda birikmiş dumanın tahliyesi düşünülmeli,
- Duman tabakası sıcaklığının yükselmesi önlenmelidir.

Duman birikiminin sınırlandırılması için dumanın atriumu çevrele-

yen hacimlerden tahliyesi veya dumanın bu hacimlerde birikme süresinin artırılması gerekir. Atriumun komşu hacimlere göre negatif basınca sahip olacak şekilde egzoz edilmesi sağlanmalı ve/veya karşı hava akımları ve/veya duman bariyerleri kullanılmalıdır. Bu gibi alanlarda en etkili kontrol yöntemi fiziksel duman bariyerleri kullanılarak duman hareketinin sınırlandırılması ve bir yerde biriktirilen dumanın tahliye edilmesidir. Ayrıca yangını kontrol ederek veya otomatik söndürme sistemleri kullanarak duman üretiminin sınırlandırılmasıdır.

Atriumun veya komşu alanlardaki kullanıcılarının yerleşimi, komşu alanlarla atrium arasında bulunan açıklıkların yükseklik, büyüklük ve sıraları, eğer varsa atriumu komşu hacimden ayıran bariyerler, atriumdan ve komşu alandan olan kaçış yolları, geçici veya belirsiz sığınak alanları, duman üretiminin hesaplanması için tasarım yangın büyüklüğü, atrium duman tahliyesinin esaslarını oluşturur.

Atriumlarda duman kontrol sistemleri, atriumun üst kısımlarında duman kontrolünü veya atrium dışına yayılan duman miktarının sınırlandırılmasını esas alır.

- Duman seviyesi tasarım değerlerinin altına inmeden yangın algılanmalıdır. Güvenli boşaltma için duman kontrol sisteminden yararlanılıyorsa yaşayanların tepki zamanı ve binayı boşaltma zamanı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Eğer atriuma ve komşu alanlara hizmet eden HVAC sistemi duman kontrol sistemine zıt çalışıyorsa, HVAC sistemi devreden çıkarılmalıdır.
- Duman, arzulanan duman tabakası ara yüzeyi yüksekliğine ulaşılmadan atriumdan uzaklaştırılmalıdır.
- Egzoz sağlanabilmesi için yeterli taze hava miktarı sağlanmalıdır. Egzoz edilen havanın tekrar ortama taze hava olarak ba-

silmasını önlemek için taze hava girişleriyle egzoz hava çıkışları ayrı yapılmalıdır.

Komşu alanlar dumanın atriuma yayılmasına izin verecek şekilde tasarlanabilirler. Böyle durumlarda atriumun içine yayılan duman, duman kontrol sistemi ile ortamdan uzaklaştırılır. Atriumdan duman egzoz oranı seçilirken, hem yayılan duman sütunu hem de serbest duman sütunu durumları göz önüne alınmalıdır. Duman kontrol sistemi iki durumu karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Duman atriuma yayılmaya başladıktan sonra üst katlara girebileceği, bu katların tavanlarına çarpıp birikebileceği olasılığı bilinmeli ve bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Komşu alanlar dumanın atriuma yayılmasını engelleyecek şekilde tasarlanabilirler. Böyle bir tasarım komşu alanlardan atriuma minimum hava akımını gerektirmektedir. Egzoz oranları bu şartları sağlayacak şekilde seçilmelidir. Egzoz miktarları böyle bir hacim için gerekli HVAC sisteminin kapasitesini aşar. Egzoz açıklıklarının yerleşimi dikkatle seçilmelidir. Emme ve basma açıklıkları atılan havanın tekrar geri dönmesini önleyecek şekilde olmalıdır.

6.4.2 Atriumlarda Duman Kontrol Sistemi Hesap Yöntemi

Bütün tasarım hesapları yangında açığa çıkan ısı miktarına dayanmaktadır. Bunun için ilk adım olarak tasarım yangın boyutları belirlenmelidir. Bir yangında açığa çıkan ısı miktarı sabitse, bu yangın düzenli yangın şeklinde tanımlanabilir. Yangının belirli bir sınıra kadar hızlı büyümesi beklenir. Belirtilmiş sabit tasarım yangın büyüklüğünün tüm durumlara uygulanması geçerli değildir. Yakıtın tipindeki ve büyüklüğündeki değişimlere göre tasarım yangın büyüklüğünün hassas olarak değiştirilmesi gerekir.

Zamana bağlı olarak değişen yangınlara düzensiz yangınlar denir. Düzensiz yangınlar için zamana bağımlı profil kabul edilir. Tasarım yakıt alanı için ortalama bir ısı çıkış miktarı tahmin edilebilir. Ofis binalarında birim taban alanı için açığa çıkan ısı miktarı 227 kW/m², ticari (alışveriş vb.) ve konut uygulamaları için 500 kW/m² dir.

Atrium orijinli yangında dumanın atriumdan komşu alanlara girmemesi, komşu hacimden atriuma beslenecek hava ile sağlanır. Besleme miktarı, atriuma açılan açıklıktaki ortalama hava hızının belli bir alt limitten fazla olmasıyla belirlenir.

Eğer atrium yüksekliği 18 m'den daha az ise bazı kaynaklarda doğal havalandırmaya izin verilmektedir. Yangın halinde, atrium üstünden açılan kapaklarla dumanın doğal egzozu sağlanabilir. Özellikle yüksek tavanlı fabrika hacimlerinde, duman tahliyesi için geliştirilen otomatik kapakların kullanılması uygundur.

Mekanik egzoz yapılan atrium hacmine, aynı zamanda hava beslenmelidir. Beslenen bu hava temiz olmalı ve duman tabakasının altındaki kotlardan üflenmelidir. Üfleme havası hızı düşük olmalı ve yükselen duman sütununu rahatsız etmemelidir (yaklaşık 1 m/s). Besleme havası debisi mutlaka egzoz havası debisinden daha az olmalıdır.

Bir çok mühendislik projesinde atrium duman kontrolü tasarımında duman tahliyesi için kabul edilen 6 hava değişimini sağlayan egzoz kapasitesi yeterli değildir. Yüksek atriumlu yapılarda çatıya yerleştirilen fanlar duman tahliyesinde yetersiz kalmaktadırlar. Tabanda üretilen duman, yükselirken, sütuna katılan hava sebebiyle soğur ve

beşinci-altıncı katlar civarında tarafsız basınç eksenini oluşturur. Fanlar, bu eksenden oldukça yukarıya yerleştirildiklerinden sadece düşük konsantrasyonlu duman-hava karışımını tahliye ederler, bu arada alt katlarda türbülans yaratarak sütuna katılan hava miktarını artırır. Belli sayıdaki (>6) hava değişimi tasarım açısından yeterli görünmekle beraber daha önce de belirtildiği üzere olayın akışkanlar mekaniği yakından incelenmelidir. Bu inceleme ise üç boyutlu modellerle ve ek olarak bilgisayar simülasyonu ile sağlanabilir.

Duman kontrol ve tahliye sistemleri ile ilgili araştırmalar dünyanın dört bir tarafında farklı sonuçlara ulaşmıştır, her bir araştırmanın konuya yaklaşımı farklıdır. Ama ortak kabul, atriumda duman kontrol probleminin çözümünde ölçekli deneylerin ve bilgisayar destekli simülasyonların anahtar parametre olduğudur.

6.4.3 Atriumlu Yapılarda Duman Kontrol Yöntemleri

a) Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma sistemi, dumanın yükselme kapasitesini etken kuvvet olarak kullanan sistemdir. Dışarıya atılan duman miktarı, büyük çoğunlukla dumanın sıcaklığına ve duman tabakasının derinliğine bağlıdır. Bu sistemin en büyük avantajı, basit ve güvenilir olması ve çok değişik yangın durumlarıyla örtüşebilmesidir. Her ne sebepten olursa olsun yangın, tasarım yangınının boyutunu aştığında meydana gelen duman sıcaklıkları ve daha büyük katman derinlikleri, dışarıya atılan miktarı artırır.

Duman tahliyesi için doğal havalandırma yapıldığında, bu havalandırıcıların dış ortam rüzgar koşullarından kötü bir şekilde etkilenmeleri önlenmelidir. Yerleşim esnasında buna dikkat etmek gerekir. Pozitif rüzgar basıncı, duman katmanının oluşturduğu basınçtan daha büyük olabilir. Buna karşılık eğer negatif rüzgar basıncının bulunduğu bir yere yerleşimde, ortaya çıkan toplam emme basıncı duman tahliyesine yardımcı olur.

Tasarım esnasında göz önüne alınması gerekli diğer kriterler, duman tabakası sıcaklığı, gerekli minimum duman tahliye noktası ve zorlanmış duman tahliyesinde gerekli havalandırma miktarıdır. Sprinkler tesisatının olmadığı ofis binalarında yüksek sıcaklıkta ışınlı ısı geçişi ön plana çıkar. Bu da insanların duman tabakası altındaki balkonlardan binayı terk etmeleri esnasında çeşitli zorluklara sebep olur. Güvenli bir boşaltım için verilen maksimum duman tabakası sıcaklığı 200 °C dir. Eğer bu sıcaklık veya daha düşük bir sıcaklık elde edilemiyorsa, alternatif kaçış yolları tasarlanmalı ve sprinkler tesisatı yapılmalıdır.

Bir duman tahliye noktasının dışarıya atabileceği duman kapasitesinden daha fazla miktarlarda duman atılmaya çalışılırsa duman, duman tabakası altındaki bir açıklığa yönelecektir. Etkili bir duman tahliyesi için duman tahliye noktalarının sayılarının iyi belirlenmesi gerekir.

b) Zorlanmış Havalandırma

Zorlanmış tahliye sistemi, fanlardan ve yardımcı kanallardan oluşur. Bu sistem duman tabakasına katılan duman miktarının uzaklaştırılması için tasarlanır ve sistem elemanlarının önceden belirlenen duman sıcaklıklarına dayanması istenir. Kontrol ve elektrik hatlarının yangına dayanıklı olması veya korunması gerekir.

Zorlanmış havalandırmada yükselen duman sütununa soğuk hava katılımı çok fazladır ve bu sebepten dolayı duman sütunu yüksel-

dikçe soğur. Yükseklik arttıkça meydana gelen kütle akışındaki büyük artış, duman sütunun yükselmesi sırasında bazı kopma noktaları oluşturabilecek eğilimdedir. Pratikte, 150 ila 200 kg/s değerinin üzerindeki akış miktarlarında belirtilen kopma noktaları meydana gelmektedir.

Diğer bir durumda, çatı arasını dolduran duman tabakasının sıcaklığının çok düşük olması durumunda ortaya çıkabilir. Eğer, günlük ısı kazançları çatı arası havasında birikiyorsa, üst katlardaki hava sıcaklığı çok yükselecektir. Yapılan ölçmeler bu sıcaklıkların 50 °C ve üzerinde olduğunu göstermektedir. Yangının ilk aşamalarında atrium içine yayılan dumanın sıcaklığı doğal olarak düşük olacaktır ve duman sütunu yükseldikçe ortam havasının sütuna katılım işlemi gerçekleşir. Çoğu durumda ortam havası 20 °C civarındadır ve katılımı oluşturan bu hava çatı arası alanı havasından daha düşük sıcaklıktaki sütunu oluşturacaktır.

Sıcak hava yeterli tahliye edilemezse, arzu edilenden düşük seviyede bir duman tabakası oluşur. Bu olaya erken katmerleşme denir. Yangın olasılıkla büyür ve duman sıcaklığı zamanla artar. Bu da oluşan sıcak dumanın üzerindeki soğuk duman tabakasını itelemesine ve daha sıcak bir üst katmanın oluşmasına neden olur. Bu işlem duman katmanlarının karışıp tek kütle halinde yükselmesine kadar devam edebilir.

c) Boşluk Oluşturma ve Kompartımanlara Ayırma

Bazı atrium yapıları, atrium içindeki bir yangından çıkacak dumanın birikmesi için büyük hacimler ihtiva eder. Böylelikle, duman kontrolüne havalandırmaya gerek kalmayabilir. Bu yaklaşımın temelini yangının tahmin edilebilir bir oranda büyüdüğü ve bu büyüme sonucu üretilen dumanın güvenli bir şekilde mevcut boşlukta toplanacağı kabulü oluşturur. Güvenli bir şekilde derken, oluşan dumanın atriumun boşaltılması esnasında atriumu terk edenlere bir zarar vermemesi kastedilmektedir.

Yangının ilk safhalarında büyüme miktarının tahmini zordur. Ancak kaba bir tahmin yapılabilir. Benzer şekilde boşaltma için gerekli zamanın belirlenmesi de zordur. Çok katlı binalarda boşaltım zamanı 10 dakika ila 30 dakika arasında değişmektedir. Boşaltım için gerekli zamanın yangının, kaçış yollarını tehdit etmesi için gerekli zamandan daha az olduğu durumlar için bazı tasarımlar yapılabilir. Atrium tepesinde boş hacim bırakma dışında duman kontrolü için başka hiçbir şey yapmama, sadece mühendislik hesapları sonucunda ortaya çıkan sonuçların uygun olması durumunda kabul edilebilir.

Diğer bir yaklaşım da atriumun diğer hacimlerden yangın sırasında ayrılmasıdır. Bu durumda atrium yangına dayanıklı camlarla veya bir benzeri ile kaplanır. Bu bina tasarımcıları için sınırlayıcıdır. Çünkü atrium fonksiyonel bir alan olarak kullanılamaz ve atrium tabanı belli bir değerden fazla yanıcı madde ihtiva edemez. Giriş katı hariç atrium içinde halkın gezinebileceği alanlar olmayabilir. Atrium hacminin tümü dumanla dolabileceğinden atriumun tüm iç yüzeyi tam sızdırmaz olmalıdır. İç yüzey malzemeleri ve sızdırmazlık için kullanılan teknikler yüksek sıcaklıklarda da (özellikle yangına yakın yerlerdeki dumanın etkisi sonucu) işlevlerini tam olarak yerine getirmelidirler.

Bu sistemler çoğunlukla keyfi tasarım temelleri üzerine kurulmuş olup genellikle fanlı havalandırma için bir hava değişimini, doğal

havalandırma için ise atrium zemininin bir kısmını kapsamaktadırlar. Bu sistemler yangın servisi kullanımı içindir ve hayat kurtarma sistemleri olarak algılanmamalıdır.

6.5 YANGIN VE DUMAN DAMPERLERİ

Günümüzde, yapı tekniği ve malzemeleri değiştiği gibi yangından koruma yöntemleri de değişmektedir. Duman kontrol yöntemleri hızla gelişmekte ve yayılmaktadır. Bu sistemlerde kullanılmak üzere ise duman damperleri geliştirilmiştir. Yangından koruma ile ilgili NFPA 101 Life Safety Code, NFPA 90 A Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems ve NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems sayılabilir. İlk standart, tesis edilmesi gerekli sistemleri belirlerken sonraki iki standart bu tesislerin nasıl yapılacağını göstermektedir.

Yangın damperleri ile ilgili geçerli Amerikan Standardı UL 555'dir. Bu standart kapsamındaki yangın damperleri tasarımında yangın ihbarı ile birlikte klima ve havalandırma sisteminin kapatıldığı ve daha sonra kanallarda hava akımı yokken yangın damperlerinin devreye girdiği esas alınır. UL 555 S ise duman damperlerini esas alır ve bir sızdırmazlık sınıfı belirler. Daha sonraki gelişmeler hem duman ve hem de yangın damperi olarak kullanılacak kombine damperleri ortaya çıkarmıştır. Günümüz damperleri HVAC sistemi çalışırken görev yapmak durumundadır. Günümüzde kullanılan dört tip yangın ve duman damperi bulunmaktadır. 1-Yangın damperi, 2-Tavan yangın damperi, 3-Duman damperi, 4-Kombine yangın-duman damperi.

Ayrıca yangın damperlerini dinamik ve statik olarak da ayırmak gerekmektedir. Dinamik damperler hava akımı varken kapanabilme özelliğine sahiptir.

Yangın damperlerinin tesisi, geçiş açıklıkları, damper tipleri, detayları, semboller ve uygulamaları ile ilgili olarak SMACNA "Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems" isimli yayınına başvurulabilir.

6.5.1. Yangın Damperleri

Bu damperler hava dağıtım sistemine normalde açık olacak biçimde tesis edilirler. Belirli bir ısına hissettiklerinde hava akımını ve alev yayılmasını önlemek üzere otomatik olarak kapanırlar. Otomatik kapanma genellikle eriyebilir bir bağlantı yardımı ile olur. Bu bağlantı damperi yay kuvvetine karşı kurulu olarak tutmaktadır. Sıcaklık etkisi ile eriyince yay boşanır ve damper kapanır.

Yukarıda sözü edilen standarda veya eşdeğerine göre test edilmiş ve onaylanmış olmalıdır. Damperlerin tesisi Şekil 6.19 daki gibi olabilir. Daha fazla bilgi için yukarıdaki kaynağa veya üretici kataloglarına başvurulabilir.

Yangın damperleri perde tipi, klape tipi veya çok kanatlı tipte olabilir. Şekil 6.20'de dik tip yangın damperi tesis örnekleri, Şekil 6.21'de ise yatık tip yangın damperi tesis örnekleri görülmektedir. Şekil 6.22'de yuvarlak kanallar için kullanılan yangın damperleri verilmiştir.

6.5.2. Duman Damperleri

Duman damperleri duman geçişini önlemek üzere yapılmışlardır. Genel olarak Şekil 6.23'de görüldüğü gibi klape tipi veya çok kanatlı tip biçiminde yapılırlar. Çalışmaları genellikle otomatik

kumanda ile olur. Bu nedenle motorludurlar. Motorlu duman damperlerinin kumandası,

- Duman dedektörleri ile,
- Kumanda merkezinden elle,
- Verilen bina otomasyon programına göre kumanda merkezinden bilgisayarla gerçekleştirilir.

UL 555 S standardına göre duman damperleri: 0, I, II, III ve IV olmak üzere beş sızdırmazlık sınıfına ayrılmıştır. Tablo 6.24'de bu sınıflardaki sızma miktarları verilmiştir.

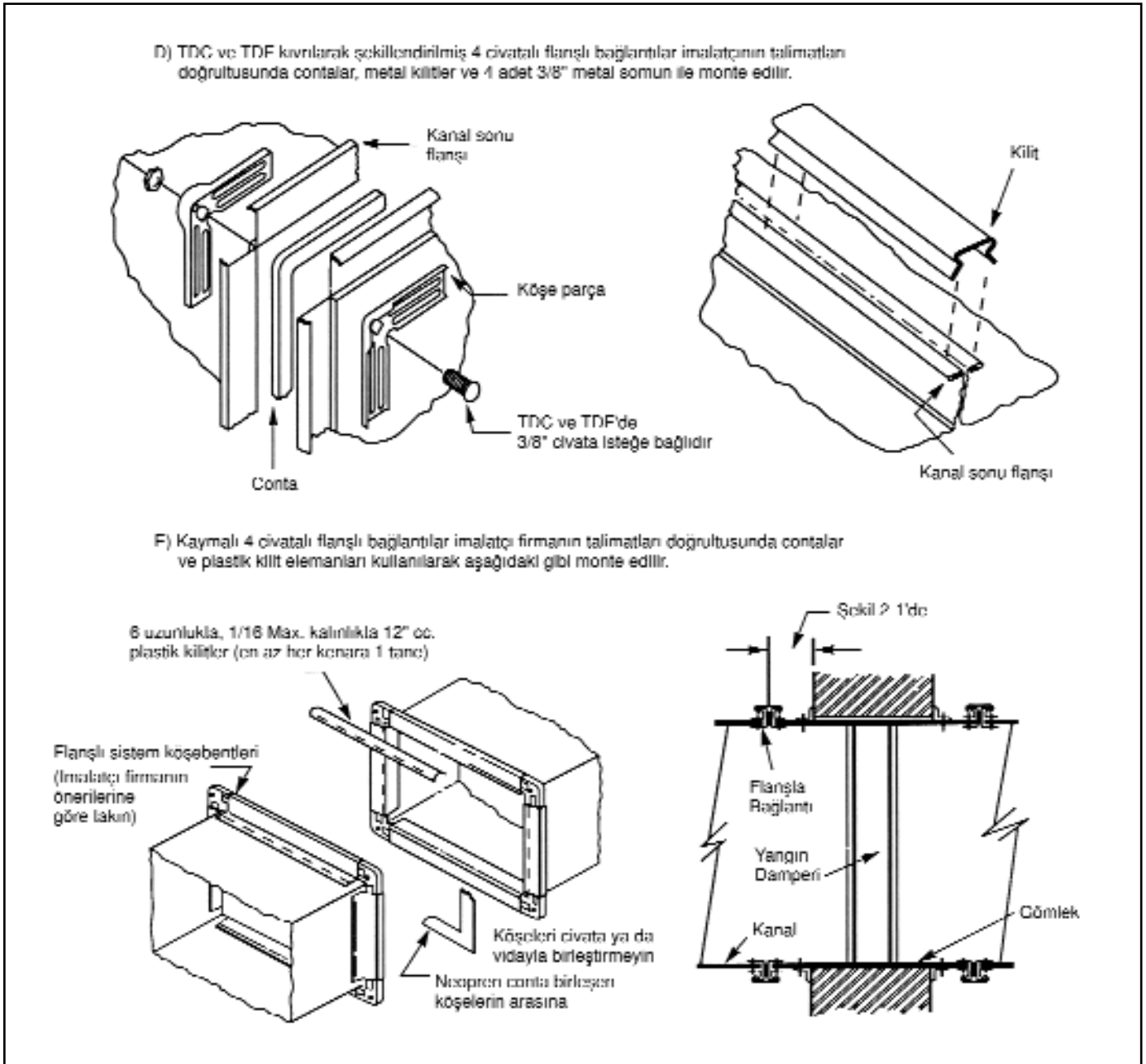
Buna göre 0 sınıfı damperler ancak nükleer tesisler gibi mutlak sızdırmazlık istenen yerlerde kullanılır. Bina HVAC tesisatında genellikle II ve III sınıfı damperler kullanılır.

Örneğin besleme ve egzoz kanallarındaki damperler bu sınıftadır. Sadece besleme ile egzoz santrali arasındaki dönüş havası (resir-

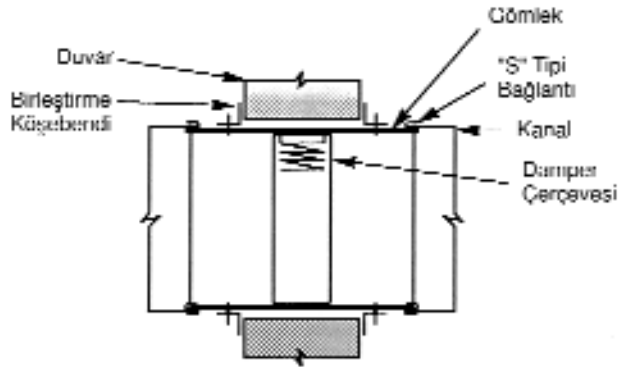
külasyon) bağlantısında I. sınıf dampere gereksinim vardır. Duman damperleri hava akışına karşı çalışmak durumundadır. Dolayısı ile testleri buna göre dinamik olarak yapılır.

Sızdırmazlık Sınıfı	Sızdırma Miktarı m ³ /s.m ²	
	0.25 kPa Basıncıta	1 kPa Basıncıta
0	0	0
I	0.02	0.04
II	0.05	0.10
III	0.20	0.40
IV	0.30	0.60

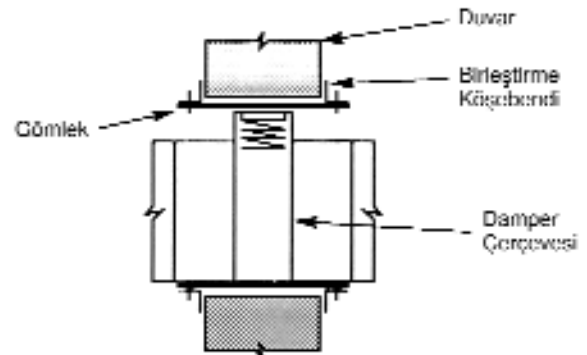
Tablo 6.24. DUMAN DAMPERLERİ SIZDIRMAZLIK SINIFI



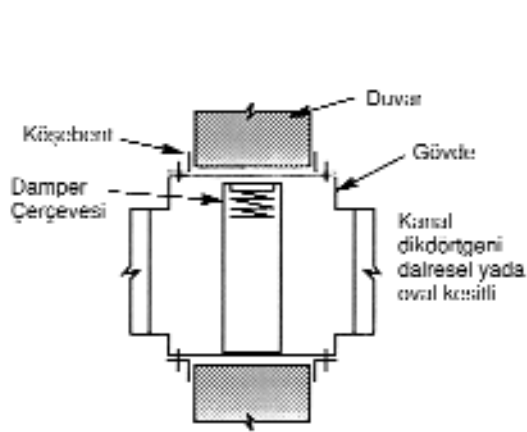
Şekil 6.19. UL TESTİNDEN GEÇMİŞ DAMPER BAĞLANTILARI



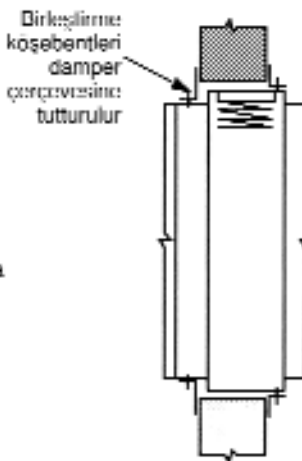
ŞEKİL 1



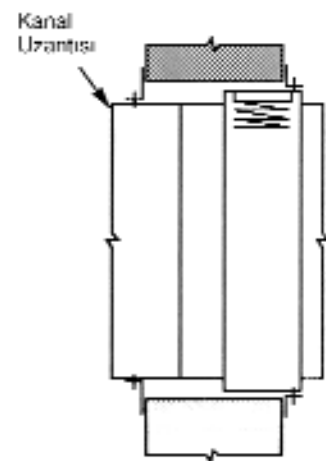
ŞEKİL 2



ŞEKİL 3

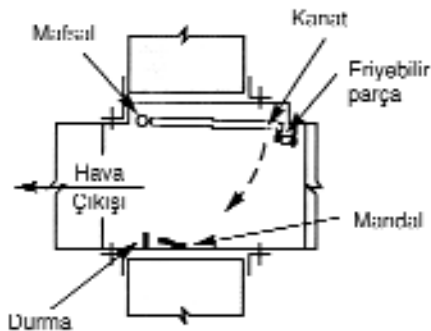


ŞEKİL 4

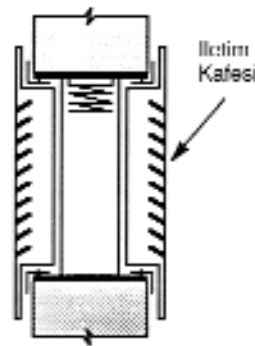


ŞEKİL 5

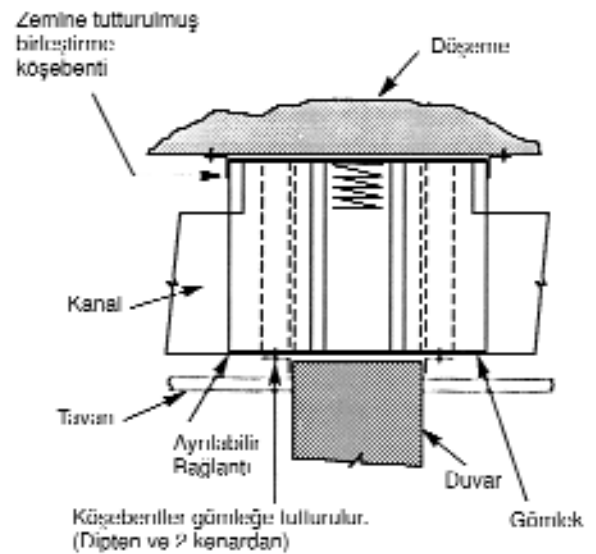
NOT: Şekil 4 ve 5'de gömlek gerekli değildir. Ancak köşebentler dampir kanatlarının gelişmesini engellemelidir. Duvar kalınlığı dampir derinliğine etki eder



ŞEKİL 6

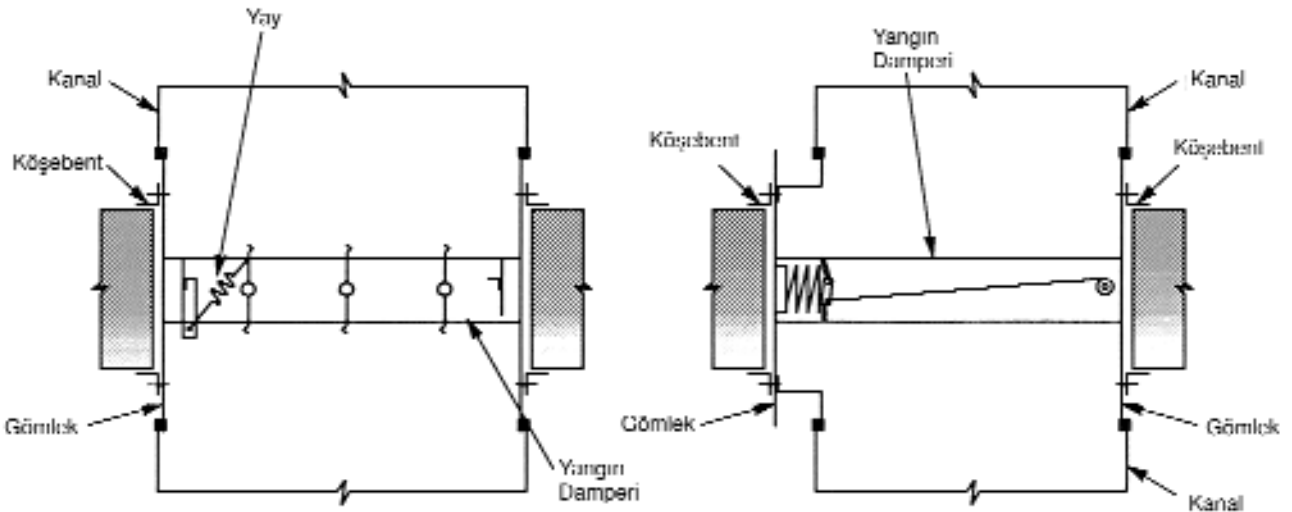


ŞEKİL 7



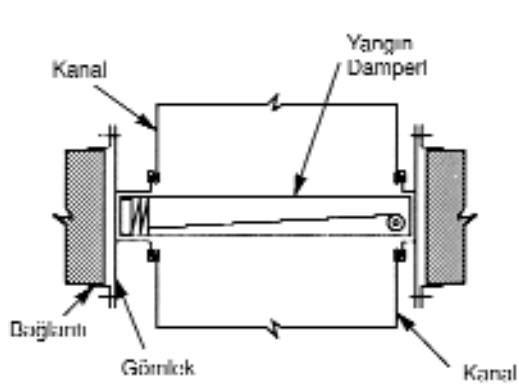
ŞEKİL 8

Şekil 6.20. DİK TİP YANGIN DAMPERİ TESİS ŞEKİLLERİ

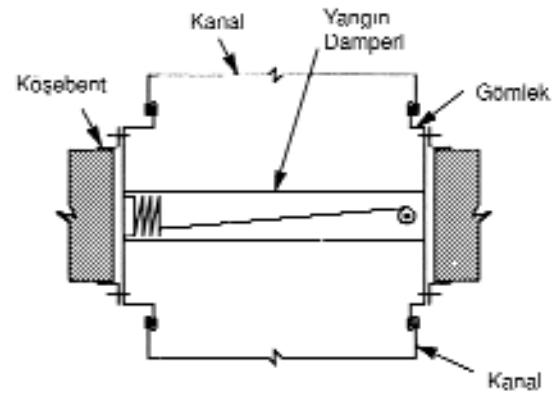


Şekil 1

Şekil 2

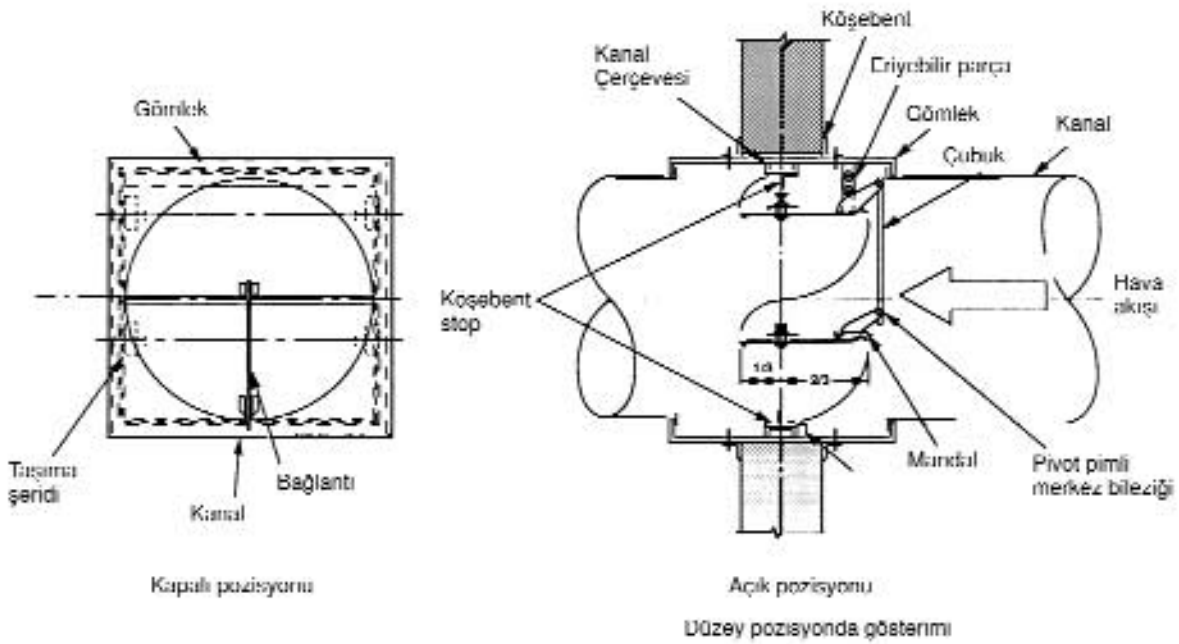
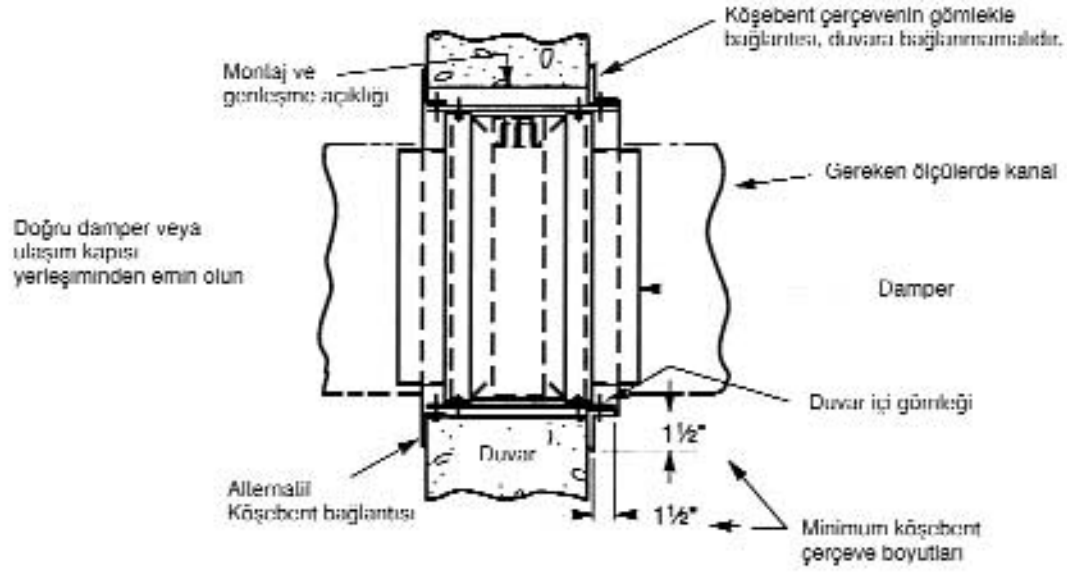


Şekil 3

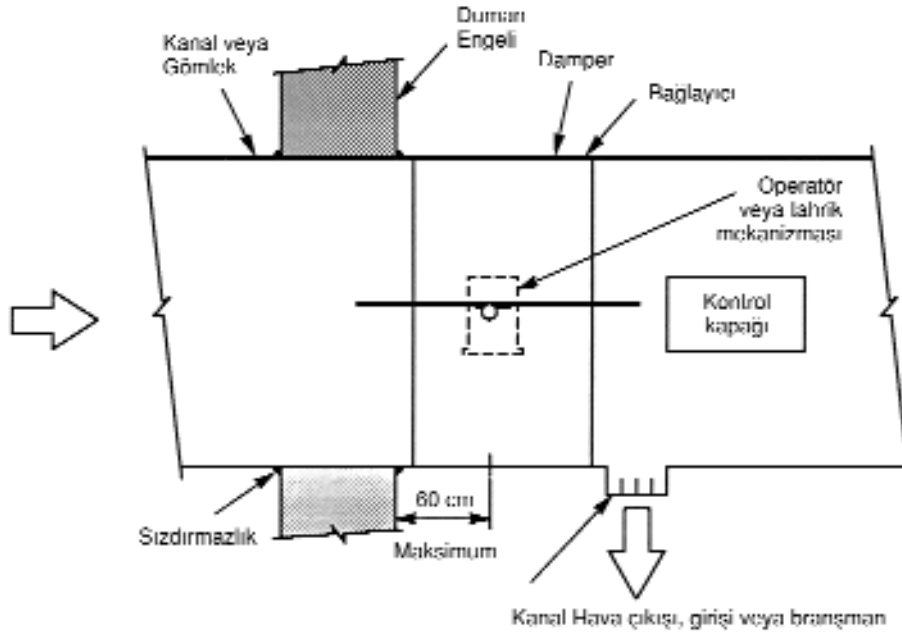


Şekil 4

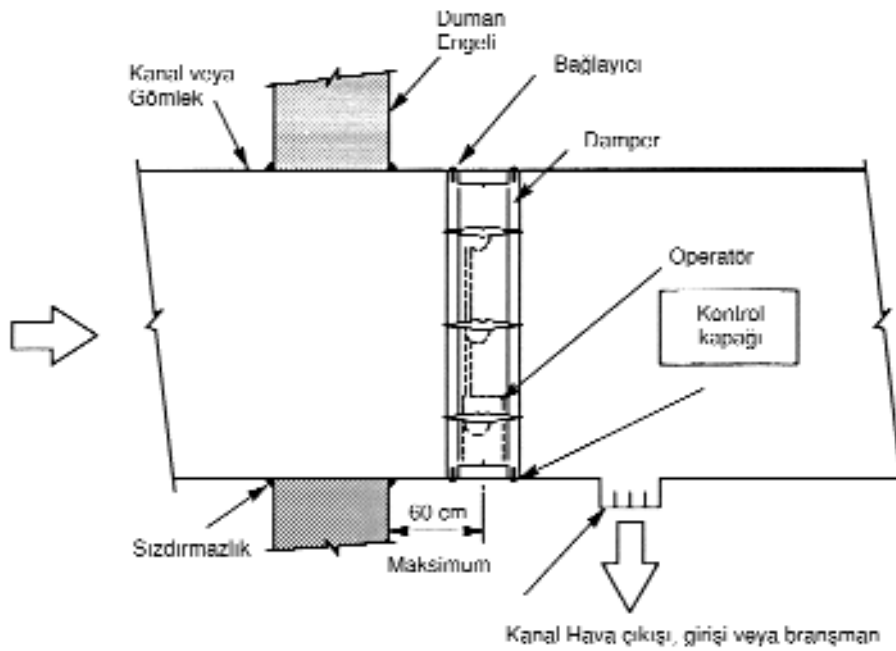
Şekil 6.21. YATIK TİP YANGIN DAMPERİ TESİS ŞEKİLLERİ



Şekil 6.22. YUVARLAK TİP YANGIN DAMPERİ



Tek Kanatlı Damper



Şekil 6.23. SIZDIRMAZLIK SINIFLI YANGIN DAMPERLERİ