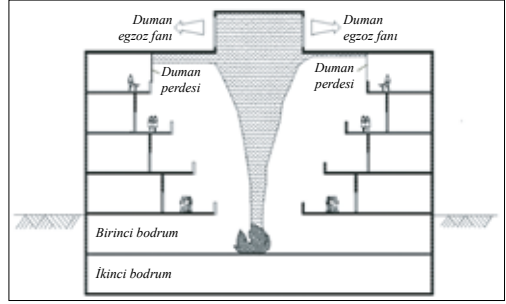


ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ DUMAN KONTROL SİSTEMLERİ

1. Giriş

Günümüzde, alışveriş merkezlerinin sayısı hızla artmakta ve genellikle mağazalarla birlikte otopark, sinema salonları ve food-court gibi bölümleri içermektedir. Alışveriş merkezlerinde insan sayısı fazla, yangın yükü büyük ve dumanın yayılabileceği alanlar geniş olduğundan yangın riski büyüktür. Meydana gelen



Şekil 1. Tipik bir atriumda duman egzozu

yangınlarda duman kısa sürede bütün hacmi dolduracağından müdahale güçleşir, yangın kontrolsüz şekilde büyür ve hasar miktarı fazla olur. Kuşkusuz, alışveriş merkezlerinin en büyük riski, iç boşluğun büyük olması ve dumanın hızlı yayılma imkanı bulmasıdır. Yangın kaynağı küçük olsa bile, duman kısa sürede yayılacağından görünür mesafe azalır ve yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Duman bir taraftan sıcaklığı ve baca etkisi nedeniyle yükselirken, diğer taraftan da açıklıklardan gelen düzensiz ve yönlendirilmemiş taze hava nedeniyle yatay olarak yayılır.

Alışveriş merkezlerinde, yangından ve dumandan meydana gelecek zararın azaltılmasında mekanın geometrisindeki fiziki sınırlamalar, sabit söndürme sistemleri kadar önemlidir. Genişlik, uzunluk ve yüksekliğin artmasıyla duman hareketinin değişeceği ve yayılmasının kolaylaşacağı açıktır. Ancak, yangın riski nedeni ile bu tür yerlerin farklı tasarlanmasını önermek anlamlı değildir. Kullanım alanının ferahlığı, hatta bazı kullanım amaçları için zorunluluğu nedeniyle çok geniş ve yüksek mekanlar kaçınılmazdır. Genel prensipler aynı olmakla birlikte, her bir alışveriş merkezinin yangın korunum sistemleri mimariye uygun tamamen ayrı çözümler gerektirmektedir.

Bilindiği gibi, alışveriş merkezleri bir dizi ticari dükkanın lineer olarak yerleştirilmesi ile oluşmuştur. Alışveriş merkezlerini oluşturan dükkanların yangın yükleri fazladır ve açığa çıkan ısı akışı 1 ila 5 MW arasında farklı değerlerde olabilmektedir. Çok katlı alışveriş merkezlerinin alışılmamış geometrileri çok karışık bir problem yaratır. İnsanların tahliyesi için ayrılan yollar, insanların hızlı ve düzenli bir şekilde boşaltılmalarını sağlamak üzere düşünülmüştür, ancak aynı geniş yollar, dumanın hızla ve yoğun dağılımını da kolaylaştırdığı için, kurtulmanın değil, kapana kısılmanın da aracı olur.

Ayrıca, tahliye yolları üzerinde doğal olarak, yanıcı madde istenmez. Fakat pratikte, tahliye yollarının bir satış ve sergi mekanına dönüştüğünü ve yüklü miktarda yanıcı madde ve sayısız parlama kaynağı bulunduğunu görebilirsiniz. Böylece, alışveriş merkezleri çeşitli parlama kaynakları ve labirent gibi düzenlenmiş koridorları ile büyük bir riske sahiptir.

Dolaşım yolları ve atrium mekanları, mağazalardan kaçıp bina dışında emniyetli bir alana çıkan insanlar için tahliye yollarıdır. Alışveriş merkezlerinde atriumlara çok sık rastlanmaktadır. Genel olarak üstü kapalı, etrafı kullanım alanlarına açık birkaç kat ve daha yüksek boşluklar, atrium olarak isimlendirilmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te, iki veya daha çok sayıda katın içine açıldığı, merdiven yuvası, asansör kuyusu, yürüyen merdiven boşluğu veya su, elektrik, havalandırma, iklimlendirme ve haberleşme gibi tesisatın içinde yer aldığı, tesisat bacaları ve şaftlar hariç olmak üzere, üstü kapalı geniş ve yüksek yapılar, atriumlu yapı olarak tarif edilmekte ve atrium alanının hiçbir noktada 90 m²'den ve karşılıklı iki kenarı arasındaki mesafenin 5 m'den az olamayacağı, atriumlarda doğal veya mekanik olarak duman kontrolü yapılacağı belirtilmektedir.

Dolaşım alanları ve atrium mekanları tahliye yolunun ek bir aşaması olup, yangın ve dumanın etkilerinden korunması gereken alanlardır. Tahliye bölgelelerine atriumdan geçildiği için insanlar buralarda birikir. Yangın merdivenlerine geçişler de çoğu zaman atriuma açık koridordan sağlanır. Öte yandan, atriumların yarattığı en büyük risk, katları birbirine bağlayan boşluk olmasında yatmaktadır. Çünkü, bu nedenle, bir katta çıkan yangın, kolaylıkla diğer katlara sıçrayabilmektedir. Katlar arasında boşluk olduğundan baca etkisi ile duman ve yangının yayılması çabuk olur. Yine çoğu atriumda, katlar arası dikey bağlantının yanında, bir katta atriumu çevreleyen farklı kullanım amacındaki hacimlerdeki riskler de yangının yayılımına yardımcı olacaktır.

2. Atrium Duman Kontrolü

Atriumlarda duman kontrolü için ideal çözüm; komşu alanlarda meydana gelebilecek muhtemel bir yangın durumunda, dumanın atriuma girişini engellemektir. Bunu gerçekleştirmenin en kolay yolu, atrium ile komşu hacimler arasındaki sınırın duman sızdırmaz ve yangına dayanıklı yapılmasıdır. Fakat, bu durum atrium kullanımını çok sınırlamaktadır. Bu yöntem zaman zaman kullanılmasına rağmen, mimari sınırlamalar nedeniyle istenmemektedir.

Atrium ile komşu hacimler arasındaki bağlantının tamamen açık olması durumunda, komşu hacim içinde duman egzozu yapılmalıdır ki duman üst kısımda atriuma açık olan diğer komşu hacimlere girmesin. Fakat bu da çoğu zaman çok zor, pratik olmayan ve hatta küçük komşu hacimler için maliyeti oldukça yüksek bir çözümdür. Genel olarak büyük komşu hacimler için uygulama örnekleri vardır.

Bir başka yöntem ise, komşu hacimlerden duman girişini engellemek için basınçlandırma yapmaktır. Komşu hacim ve atrium arasındaki açıklığın büyük olması durumunda bu yöntem sonuç vermemektedir. Çünkü, dumanın atrium içerisine girişini önleyebilmek için sıcak gazların sıcaklığına bağlı olarak 0.5 m/s ile 4.0 m/s arasında hava hızına gerek duyulur.

Ayrıca bu havanın tamamı, yangın olan mahalden tamamen çekilmelidir ki hava akışının devamı sağlanabilsin. Birçok tipik atrium için bu durumda gerekli olan hava miktarı, duman egzoz sistemi boyutunu aşmaktadır. Bu yüzden, bu yöntem yalnızca küçük sızıntı alanlarına sahip atriumlar için geçerli olmaktadır.

Komşu hacim içindeki bir yangın durumunda, duman kısa sürede binanın diğer bölümlerine yayılabileceğinden, bu bölümlerden güvenli tahliyeyi gerçekleştirecek önlemler olmalıdır. Benzer eğilim atrium boşluğu içerisinde çıkabilecek yangın için de geçerlidir. Her iki durumda da hem atrium içinden hem de komşu hacimlerden tahliyeyi gerçekleştirebilmek için kaçış yollarını koruyacak bir duman kontrol sistemi mevcut olmalıdır. Duman kontrol sisteminin buradaki amacı can güvenliğini sağlamaktır. Bunun yanında, yangına müdahale edecek itfaiye elemanları duman ile dolu bina içerisinde hem zorluk yaşarlar hem de tehlikede kalırlar. Dolayısıyla duman kontrol sistemi aynı zamanda itfaiyecilere de yardımcı olacaktır. Bu yüzden duman kontrol sistemi insanların tahliyesi için gerek duyulan süreden daha uzun bir süre fonksiyonunu devam ettirmelidir.

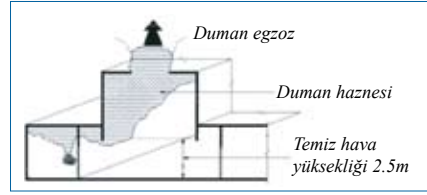
Yangın kodlarında genellikle duman kontrolü için tipik egzoz gereksinimleri, küçük mekanlar için 6 hava değişimi/saat büyük mekanlar için 4 hava değişimi/saat verilir. Bu değerler bilimsel kurallara göre belirlenmemiştir ve yıllardır tartışılmaktadır. Duman miktarının hesaplanması için verilen ampirik formüllerin güvenilirliği konusunda da tartışmalar devam etmektedir. Atriumların duman kontrol sistemi saatteki hava değişimine göre yapılmamalıdır. Duman miktarı, yangının büyüklüğüne, atriumun yüksekliğine, alanına ve hacmin geometrisine bağlı olarak hesaplanmalıdır.

Yüksekliği 17 m veya daha küçük yüksekliklerde 17000 m³'den daha küçük hacimlerde, duman egzoz sistemi atriumun tavanından doğal olarak yapılabilir. Atriumların yüksekliği 17 m'yi aşarsa üfleme ve emişler mekanik sistemlerle yapılmalı egzoz kapasitesi en az 18.9 m³/s (68.000 m³/saat) olmalıdır. Pratikteki kısıtlamalara istinaden, bir duman havalandırma sisteminde, maksimum kütle akışı 175 kg/s'yi aşmamalı ve duman tabakasının sıcaklığı çevre sıcaklığından en az 18°C daha yüksek olmalıdır. Genellikle, 175kg/s aşan çok büyük egzoz değerleri devasa ve çok ağır fanlar ya da havalandırma sistemleri gerektirmektedir. Bu devasa ve çok ağır fanlar ya da havalandırma sistemleri, devreye girdiklerinde bina yapısına zarar verebilecek titreşim problemleri yaratmaktadırlar.

Egzozun oluşması için, egzozun bir yüzdesi kadar taze hava verilir. Tipik olarak taze hava egzozun %50'si olarak alınır. Oysa, taze hava ile yanma ürünleri toplamı kadar egzoz olmalıdır. Üretilen duman miktarı yanıcı madde miktarına ve özelliklerine bağlıdır. Diğer taraftan gönderilen havanın pluma yaklaştığı zamanki hızı kontrol edilemez ve 1 m/s değerinin üzerinde tutulamazsa, gönderilen taze hava fazla işe yaramaz. Ortama taze hava verilmesi durumunda tahliye edilen insanların hava akışından etkilenmemesi için taze havanın giriş tasarım hızı 5.0 m/s'den fazla olmamalıdır. Keza, taze hava girişi herhangi bir egzoz çıkışından en az 5 metre mesafede bulunmalıdır.

Bazı yönetmeliklerde duman tahliye sistemi bulunan binalarda, yağmurlama sisteminin yapılması istenmektedir. Yağmurlama başlıklarının devreye girmesi, yangını kontrol altına almanın yanı sıra ani parlamaya yol açabilecek sıcaklık yükselmesine ve yanıcı gazların azaltılmasına da yardımcı olur. Araştırmalara göre, eğer yangın yağmurlama başlıkları ile kontrol altına alınmamışsa, yangın büyük boyutlara ulaşır, sıcaklık çok yükselir, fanlar yüksek sıcaklığa dayanamaz.

Yağmurlama sistemi olan yerlerde, yağmurlama başlığı patladığı zaman, dumanı soğutarak dumanın yükselmesini engeller ve kat içinde yayılmasına sebep olur. Bu nedenle, yağmurlama sistemi olan yerlerde soğuk dumanı kat seviyesinin üzerine yükseltip egzoz rejimine sokmak için yukarı doğru hava jetinin oluşturulması gerekir.



Şekil 2. Duman haznesi ve temiz hava yüksekliği

3. Duman Tabakası ve Duman Kontrol Zonu

Dumanın tahliye edilebilmesi için duman kontrol zonları ve biriktirmek için duman hazneleri oluşturulur. Duman zonu/haznesi oluşturularak dumanın yayılmasını kısıtlamanın ana nedeni, duman tabakasının göreceli olarak soğuması sonucu havada asılı kalabilme özelliğini yitirmesi ve duman tabakasının alçalmasıdır. Bu durum, çatı menfezlerinin dumanı etkili bir şekilde atamamasına sebep olacaktır. Duman tabakasının sıcaklığı yüksek olmaz ve menfezin altındaki duman tabakası ile bir basınç farkı oluşturulamazsa duman dışarı atılamaz.

Duman tabakası altından kaçan insanların baş hizasının üzerinde olması ve dumandan etkilenmemesi için duman tabakasının zeminden yüksekliği en az 2.5 m olmalıdır. Bundaki amaç, bina sakinlerinin binayı temiz ve solunabilir hava içerisinde terketmelerini sağlamaktır. Bu temiz hava tabakasının muhafaza edilebilmesi aynı zamanda yangına mücadele ekipleri için de gereklidir.

Duman tabakasının çökmemesi için duman tabakasının kabul edilebilir en düşük sıcaklığı ortam sıcaklığından en az 18°C daha fazla olmalıdır. Diğer taraftan sıcaklığı 200°C'den daha yüksek olan bir duman tabakasından yayılan ısı radyasyon, duman tabakasının altından kaçmaya çalışan bina sakinleri için ciddi boyutlarda rahatsızlığa yol açabilir.

Dumanın yanal yayılmasını önleme ve dumanı tahliye amacıyla bir noktaya toplanması için yapılan duman hazneleri, duman sıcaklıklarına dayanabilecek cinsten yanmaz malzemeler ile inşa edilmelidir. Duman zonları/hazneleri, binanın kendi geometrisine uygun yangına dirençli duman perdeleri/kepenkler/yanmaz boşluklu tavanlar kullanılarak yapılabilir. Çatı ya da tavandan aşağı doğru uzatılarak duman haznesi oluşturan duman perdeleri, duman geçirmez şekilde olmalarının yanı sıra yangının etkilerine karşı da dirençli olmalıdırlar.

Dumanın dolaşım alanından ya da atrium mekanlarından tahliyesi durumlarında, duman tahliye sisteminin duman zonu boyutu, atriumlar için doğal

duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m²'yi, mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m²'yi geçmemelidir. Duman tahliye edilmeden dolaşımına ya da atrium mekanlarına yayılmasına izin verilirse, duman zonu boyutları yarıya indirilmelidir. Mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m², doğal duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m² kurallarına bağlı kalmak koşulu ile dolaşım ya da atrium mekanları için münferit duman zonları oluşturulabilir.

Yangından kaynaklanan duman mağazayı terk ederek dolaşıma ya da atrium mekanındaki duman zonuna girerken türbülansa ve daha fazla karışmaya maruz kalacak ve bu da daha fazla dumanın oluşmasına yol açacaktır. Dumanın mağazalardan dolaşım ya da atrium mekanına hareketi, çevresindeki yapı elemanlarına teması esnasında iletim ile ısı kaybına, daha sonra da aşağı doğru soğumasına yol açacaktır. Bu hareket, duman tabakasının havada asılı kalabilme özelliğinin bir kısmını kaybetmesine yol açacaktır. Duman hazneleri/zonları, binanın kendi geometrisi ya da duman perdeleri/ke-penkler/yanmaz boşluklu tavanlar kullanılarak yapılabilir.

Dumanın dolaşım mekanlarından ya da atrium mekanlarından atıldığı hallerde, dolaşım mekanlarına ya da atrium mekanlarına duman atılan mağazaların taban alanları, doğal duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1000 m²'yi, mekanik duman havalandırma sistemi kullanılıyor ise 1300 m²'yi aşmayacaktır. Maksimum taban alanının kontrol altında tutulmasının başlıca nedeni, eğer taban alanı daha geniş olursa duman ve sıcak gazların soğumaya ve havada asılı kalma özelliklerini yitirmeye meyilli olması, dolayısı ile dolaşım ya da atrium mekanlarına olan mesafeyi sınırlamaktır.

Eğer bu birimler belirtilen boyutlardan daha büyük iseler, bu birimlerden herhangi birinde meydana gelebilecek bir yangında ortaya çıkacak olan duman, yangın bu birimler dahilinde yer alan yağmurlama başlıklarıyla kontrol edileceğinden, büyük ölçüde soğuyacak ve havada asılı kalma özelliğini kaybedecektir. Buna ilave olarak, duman katmanı çevresindeki yapı elemanlarına teması esnasında iletim ile bir miktar ısı kaybına daha maruz kalacaktır. Bu da, dumanın soğumasının duman yayılmasına ve duman basmasına yol açacağı için, dumanı dolaşım ya da atrium mekanlarına tahliye etmenin etkili bir yöntem olmadığını ortaya koymaktadır.

4. Duman Kontrol Senaryosu

Duman havalandırma sistemi, duman kontrol bölgesi dahilindeki duman algılayıcıları tarafından harekete geçirilecektir. Duman algılayıcıları, duman

yayılması ya da başka bölgelerden duman sızıntısı meydana gelmesi yüzünden yangın olmayan bölgelerde kazara ya da zamanından önce devreye girmesinin önlenmesi açısından, duman havalandırma sistemi duman kontrol bölgesi dahilindeki algılayıcılar tarafından harekete geçirilmelidir.

Yangın damperinin, atrium duman kontrol sistemi kanalına monte edilmesine müsaade edilmemektedir. Yangın durumlarında, egzoz kanalları ve temiz hava kanalları, yangın süresince açık olmalı, temiz hava ve egzoz fanları çalışmalıdır. Kanal içerisine yangın damperi tesis edilmesi, duman kontrol sisteminin başarısız olmasına yol açacaktır.

Ancak, her katta olağan mekanik duman tahliyesi bulunan binalarda, etkilenmeyen tüm katlardaki tüm egzoz kanalları, dumanın ve yangının yayılmasını önlemek amacı ile kapatılmalıdır. Yangın katındaki egzoz kanalına giden yangın damperi açık kalmalı; öte yandan, diğer katlarda, yangın damperleri kapalı konumda olmalıdır.

Bir duman bölgesi içindeki duman tahliye sisteminin tamamen çalışır hale gelmesi, algılama sisteminin aktivasyonunu müteakip 60 saniyeyi geçmemelidir.

Doğal duman tahliye sistemleri elektrik kesinti/sistem arızası durumunda “açık” konumda kalmalıdır ve pozitif rüzgar basıncından olumsuz olarak etkilenmeyecek şekilde konumlandırılmış olmalıdır. Çatı vantilatörlerinin konumlandırılmasının yanlış olarak yapılması durumunda, hava, atrium çatı alanına doğru yönlenecek ve dolayısı ile, dumanı, binanın içine doğru itecektir. Temiz hava fanlarının dışarıdan hava emiş ağızlarına kanal tipi duman dedektörü yerleştirilmeli ve bu dedektörlerin duman algılaması durumunda gecikme olmaksızın ilgili fanın otomatik olarak durması sağlanmalıdır.

Yangın kontrol merkezi bünyesine, yangın kumanda merkezinin bulunmadığı durumlarda ise ana yangın gösterge panosuna, duman havalandırma sistemini uzaktan el ile harekete geçirme ve kumanda anahtarlarının yanı sıra sistemin işleyiş durumunu gösteren göstergeler de dahil edilmelidir.

Yangın kontrol merkezi ya da yangın gösterge panosunda uzaktan el ile harekete geçirme ve kumanda anahtarlarının bulunuyor olması, duman havalandırma sisteminin daha iyi bir şekilde izlenmesine olanak sağlayacaktır.

Duman algılayıcılarının arıza yapması durumunda, atrium duman egzoz sistemi, etkilenen alanlardan dumanın çıkarılması için, ilgili cihazların devreye sokulmasında, duman algılayıcı işlevini gerçekleştiren ve el ile kumanda edilen bir anahtar vasıtası ile harekete geçirilebilir.

Fanlar ve ilgili duman kontrol ekipmanının kablo tesisatı, bir yangın durumunda çalışmaya devam edebilmelerini temin etmek amacı ile korunmuş olmalıdır. Binada bulunanların tahliyesine ve yangınla mücadele girişimlerine yardımcı olmak üzere binadan dumanın tahliye edilmesi amacı ile duman kontrol sistemi monte edilmiş olduğu için, sistem devreleri, bir acil yangın durumunda güvenilirlik ve devamlılığın sürdürülmesini temin etmek üzere korunmalıdır. Bunun için kablolar en az 1 saat süre ile yangına dirençli olmalıdır.

5. Sonuç

Dumanın yayılmasının önlenmesi ve istenilen görünürlüğün sağlanabilmesi için alışveriş merkezinin geometrisi gözönüne alınmalı, oluşacak duman miktarı kullanım amacına bağlı olarak hesaplanmalı, yağmurlama sisteminin etkisi hesaplara katılmalı, verilen taze hava miktarı ve hızı, dumanı egzozu yönlendirecek seviyede olmalıdır.

Alışveriş merkezlerinde duman kontrolü için sadece uygun kapasitede egzoz fanı konulması yeterli değildir. Temiz hava girişi uygun konumda ve yeterli kapasitede olmalı, uygun duman kontrol zonları oluşturulmalı, duman perdeleri duman kontrol etkinliğini artıracak şekilde yerleştirilmeli, fanların elektrik beslemesi güvenilir olmalı ve insanların kaçışlarını kolaylaştıracak ve müdahale ekiplerine elverişli temiz ortam oluşturacak senaryo uygulanmalıdır.

Kaynaklar

1. *British Standard Institution. BS5588: Fire precautions in the design, construction and use of buildings. Part 7: Code of practice for the incorporation of atria in buildings. London, BSI, 1997.*
2. *Morgan H P. Comments on "A note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls". Letters to the Editor, Fire Safety Journal, 12, pp 83-84, 1987.*
3. *Klote, J.H. ve J.A.Milke, Design of smoke management systems. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering (1992).*
4. *Yamana, T. ve T.Tanaka, Smoke control in large scale spaces (Part 2. Smoke control experiments in a large scale space): Fire Science and Technology 5(1) s.41-54 (1985).*
5. *National Fire Protection Association. Smoke management systems in malls, atria and large areas.. Publication No.92B. Quincy MA, NFPA, 2006.*

6. *Dillon, M.E., Determining effectiveness of atria smoke control systems, ASH-RAE Journal, 37-41 (1994).*
7. *Milke J.A. Smoke management for covered malls and atria. Fire Technology, vol 26 (3), pp 223-243, 1990.*
8. *Klote J.H. An overview of atrium smoke management. Fire Protection Engineering, No 7, SFPE, pp 24-34, 2000.*
9. *Law M. A note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls. Fire Safety Journal, 10, pp 197-202, 1986.*
10. *Thomas P.H. On the upward movement of smoke and related shopping mall problems. Fire Safety Journal, 12, pp 191-203, 1987.*