

YÜKSEK BİNALARDA PİS SU DRENAJ VE HAVALIK SİSTEMLERİ: ETKİLİ BASINÇ KONTROLÜ İÇİN SEÇENEKLER

İsmail CAN
Ömer KANTAROĞLU

ÖZET

Bina drenaj ve havalık sistemlerindeki mekanizmalardan kalan birkaç gerçek sır var. Bu 19. yy'ın sonunda modern sıhhi tesisat mühendisliğinin başından itibaren iyi anlaşıldı. Bina drenaj ve havalık sistemi çalışmasının tarifi, en iyi olarak mühendislik biliminde, özellikle akışkanlar mekaniğinde anlaşıldı.

Pratikteki sistemler üzerinde çalışan eski araştırmacılar bunun farkındaydılar ve akışkanlar mekaniğinin uygulanmasının birçok örneği kanıt olarak mevcuttu. II. Dünya savaşı sonundan beri daha çok araştırma yapıldı, özellikle Avrupa'da yoğun yeniden yapılanma işi, daha etkili drenaj ve havalık sistem tasarımı araştırmaya sevk etti.

Sistemin bütünlüğünü, kanalizasyondan gelen kötü kokulu gazların yaşam alanlarına girmesini engelleyen kapan sızdırmazları sağlar. Kapan sızdırmazı, koruduğu sıhhi tesisat birimine bağlı olarak genellikle 1 ½ veya 2 inç derinliğindedir.

Drenaj sistemin güvenli çalışması için hava akışının, su akışı kadar önemli olması çoğu insana şaşırtıcı gelir. Bu hava akışı su akışı tarafından 'neden olunmuş' veya 'katılmıştır'. Su akışlarının kararsız doğaları, su kapanlarını tehlikeye atabilecek basınç dalgalanmalarına (kısa süreli basınç hareketleri olarak bilinir) yol açarak kanalizasyon gazlarına, yaşam alanlarına girebilecek yol sağlarlar.

Dikkatli bir tasarım ve basınç tahliye cihazlarının ilgili alana mümkün olduğu kadar yakın uygulanması kombinasyonu ile kısa süreli basınç hareketlerinin üstesinden gelinebilir. Uzun havalık boruları, borudaki sürtünmeden dolayı tahliye sağlamanın etkisiz bir yolu olabilir. Hava alma şapkaları kullanarak sisteme giren hava kaynağı noktalarını dağıtmak, etkili bir havalık sağlar ve kısa süreli pozitif hava basıncı oluşumu riskini de azaltır. Hava alma şapkaları pozitif hava basınçlarına yol açmazlar, sadece kapanarak onlara yanıt verirler ve böylece azalmış genlikli dalgayı yansıtırlar.

Yüksek binalarda paralel havalık boruları, pozitif basınç için sadece küçük bir tahliye yolu sağlayabilirler (eğer havalık borusu çapı ana kolonun çapı ile aynı ise yaklaşık 1/3'ü kadar) o yüzden sistemin geri kalanında kapan sızdırmazlarını tehlikeye atabilecek bir dalga halen yayılabilir. Bir pozitif hava basıncı hafifletme cihazının uygulanması, ani basınç artışlarının kaynağına yakın sönmeme ve o suretle kapan sızdırmazlarını koruma sağlar. % 90'a kadar dalga sönmemesine ulaşılabilir böylece tüm sistem korunur. Tamamen tıkanma yaşayan bir sisteme çok az şey yapılabilir, drenaj sisteminde aşırı statik pozitif basınç oluşturma gibi. Böyle durumlarda en alttaki kapan sızdırmazı patlayarak tüm sisteme tahliye sağlar. Bu kullanılan havalık metodundan bağımsız olarak gerçekleşir.

Geçerli test simülasyonlarında hava alma şapkalarının en az tamamen havalıklı bir sistem kadar iyi kapan koruması sağladığı, hatta yüksek binalarda bazı koşullarda daha iyi kapan koruması sağladığı görülmüştür. Negatif basınçlar için hava alma şapkası ve pozitif basınçlar için pozitif hava basıncını söndürecek bir borulama sistemi kullanan tamamen mühendislik tasarımı olan aktif kontrol sisteminin, kullanıcı için görünmez olan fonksiyonelliği sağlarken, emniyet ve verimlilik ihtiyacını dengelemek için de etkili bir metot olduğu görülmüştür.

1. GİRİŞ

1.1 Tarihi Bir Bakış Açısı

Bina drenaj sistemi, genellikle çoğu insana “bilmesi gereken” saf seramik ve paslanmaz çelik sıhhi tesisat birimleri altında bir giz sunar. Nasıl insanların yeni yapılmış mutfaklarının evyelerinden sabunlu suyun belediye atık işleme ünitesine gitmesi ilginç değilse, aynı biçimde, sadece birkaç insan WC, banyo veya bideden benzer bir yolculuk üzerine düşünür. Ta ki aniden aşağılarda bir yerden gelen kötü koku ile yüzleştiklerinde veya dolan ve dolmaya devam eden ve en sonunda yeni yapılmış döşemeye taşan WC kasesi ile karşılaşınca kadar. Drenaj sistemini çevreleyen sır aniden fizibil olmayan pahalı tamir faturası sunumu üzerine derinleşir.

Aslında bir binanın drenaj sistemi çalışması hakkında birkaç sır vardır. Uzun yıllar boyunca bütün akışkanların akışını yöneten temel prensipler iyi anlatılmış ve gerçekten hem tasarım için (sistemin çalışmasını sağlama) hem de muhakeme analizi için (neden çalışmadığını bulup ortaya çıkarma) bina drenaj sistemlerine uygulanmıştır. İnsanların drenaj sistemi söylencelerine katkıda bulunan, banyo çerçevesinde birçok kültürel tabuları varken, binlerce yıllık geleneğe sahip olan atıkların su aracılığıyla hareketi için güçlü bilimsel temeli olması hatırlanmaya değerdir. Ancak bizim ilğimiz modern sistemler, yani son 120 - 150 yıldaki gelişmeler.

Emniyetli ve pratik bina drenaj ve sıhhi tesisatında yenilik çağı, teknolojinin keskin kenarında olduğu 19. yy'ın sonlarına doğrudur. Kanalizasyon gazlarının yaşam alanlarına girmelerini önleyen ve sistemin bütünlüğünü sağlayan önemli faktörlerden olan kapan sızdırmazı ve sistem havalandırması tanıtılmıştı ve akışkan taşınım sistemlerinde karşılaşılan kaçınılmaz basınç dalgalanmalarına sistemin tepkisini geliştirme üzerine birçok iş yapılmıştı. Bu iş, önceleri zamanın bilim adamları ve tanınmış mühendisleri tarafından yerine getirilmişti. İngiltere'de kapan sızdırmazı Cummings tarafından 1775'te icat edildi. Cummings bir mühendis ve saatçiydi ve 17. yy'da Harrington tarafından icat edilen WC'yi sifonlama fikrini yeniden canlandırdı. Sistemin çoğu parçası bir süre için etraftayken, 19 yy.'ın sonuna kadar şehir ve kentlerde zayıf hijyen koşullarını düzenlemek için herhangi bir güçlük oluşmadı. 1842'de İngiliz devlet memuru Edwin Chadwick, 'Büyük Britanya Çalışan Nüfusunun Hijyen Koşulları Raporu'nu yayımladı. Bu rapor, endüstriyel devrimin bir sonucu olarak İngiliz semtlerinin hızlı büyümesi tarafından oluşturulan yoksul koşullarda kamu sağlığı önceliği olarak hijyene yatırım yapmaya sevk eden bir reform süreci başlattı. Ünlü bir bilim adamı/mühendis olan Osborne Reynolds, turbülanslı akış üzerine çalışmış ve bugün hala herhangi bir akışkan dinamiği tartışmasında merkez olarak dikkate alınır. Osborne Reynolds 19. yy.'ın sonlarında İngiltere'de Manchester'ın düşük gelirli bölgelerinde hijyen ile baş eden 'Kanalizasyon Gazları ve Nasıl Ev Dışında Tutulması Gerekli' adlı bir makale yazmıştır.

Avrupa'da bu işler devam ederken, Birleşik Devletler'de mimarlar, bilim adamları ve mühendisler Avrupa'dan göç problemleri olduğu gibi, kendi büyüme problemleri ile karşı karşıya kalıyorlardı ve hızlı ekonomik büyüme yapı patlamasına yol açtı. Tanınmış mühendislerden George Waring 'Bir Evin Pis Suyu Nasıl Tahliye Edilmeli, Ev Sahipleri İçin Pratik Bilgi' adlı kitabında o zamandaki mevcut bilginin derinliğine dikkati çeker.

Waring'in bazı yaklaşımları eski olsa da, yazıları giderde ne olduğu ve onun akışkanlar mekaniği ile olan ilişkisi arasındaki köprüye ait sıkı bir anlayışa sahip olduğunu gösterdi. Aşağıdaki özet bunu daha iyi örnekler;

"Verim (havalık sisteminin) tamamen kapandan sonra borunun bir kısmı boyunca akan su tarafından sebep olunan vakumu doldurmak için gerekli hava talebinin yeteri kadar hızlı bir şekilde temin edilmesine bağlıdır. Bu, sadece hava almak için yeterli büyüklükte açıklığa sahip olma sorusu değil aynı zamanda açıklığa serbestçe götüren yeterli akıma sahip olma sorusudur... Mesela 1 inç çapında bir boru yeterli hızla hava alabilirken aynı çapta veya daha küçük çaplı daha uzun bir boru alamaz." "

Waring 1895 s. 101-102

Burada Waring'in akla getirdiği şey boru sürtünmesinin önemi ve belli bir zamanda problemi analiz etmenin gerekliliği – bağımlı ve dinamik açıdan. Burası can alıcı bir nokta ve çoğunluğu bilgisayar tabanlı modelleme sistemleri tarafından son 30 yıldır gerçekleştirilmiştir. Yapı giderleri, ani olarak değişen ve kararlı, değişmeyen akışlara dayanan aynı zamanda yavaş hareket eden kanalizasyon şebekeleri için kullanılan basit hesaplamalarla analiz edilemeyecek anlamına gelen kararsız akışları taşırlar.

Waring'in akranı Boston'da mimar olan J. Pickering Putnam 1911'de, anti-sifon kapanları ile birlikte esaslı bir şekilde tasarlanmış sistemler için havalığın gerekliliğinden şüphe ettiği 'Sıhhi Tesisat ve Ev Hijyeni'⁽⁴⁾ adlı kitabında daha ileriye gitti. – Hatta sifonaj problemlerinin üstesinden gelmek için su kapanları yakınında mekanik havalık kullanımını ileri sürdü^(4,s169). Putnam'ın sonuçlarını, akışkanlar mekaniği prensiplerine dayalı, kapan sızdırmazları ve havalık düzenleri üzerine yıllarca süren deneyler izledi. Waring tarafından yükseltilecek nokta Putnam tarafından *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* tarafından boru sürtünmesi üzerine gerçekleştirilen deneylerle daha da ilerletildi. Putnam'ın 718 sayfalık kitabı, San Francisco'da 44. yıllık toplantısında Amerikan Mimarlar Enstitüsü'ne teslim edilen makalede sonuçlanır (18 Ocak 1911, Yarı maliyetine daha iyi tesisat). Bu makalede yazar çok katlı binalar için ekonomik argüman ile yazarın yıllarca süren deney ve tecrübesine dayanan tek kolonlu sistemi önerir.

Tek kolon üzerindeki bu iş, 2. Dünya Savaşı'nı takip eden 20 yıl boyunca İngiltere'de Yapı Araştırma İstasyonu'nda daha da araştırıldı. Gene itici kuvvet savaşın harap ettiği ülkenin tekrar yapılanması için gereken yapı projelerindeki ani artışı.

1957'de Wise tarafından yazılan makalede tek boru sistemi (İngiltere'de tek kolon sistemi olarak bilinir) sağlam, güvenli, ekonomik bir opsiyondur ve esaslı bir şekilde tasarlandığında yapı drenaj sistemleri her kapanın havalandırılmasına gerek duyulmaz sonucuna varılmıştır.

Bu tarihi altyapıya rağmen bu bildiri, yapı drenaj ve havalık sistemlerinin çalışma prensiplerini açıklayacak ve bina giderlerinde ani değişen akışları tahmin etmek ve göstermek için bilgisayar tabanlı modern simülasyon metodu kullanarak etkili havalık opsiyonlarını resimleyecektir.

1.2 Bina Gider Hatlarındaki Su

Bir WC sifonlandığında ya da küvet veya lavabo boşaldığında, su WC'den gelen veya bir önceki sifonlamadan kalan katırlarla drenaj sisteminin yatay kısmında akar. Bu su düşey bir kolona ulaştığında, kavisli şekillerde düşey kolonun arka duvarına çarpma kadar, su bu kolonun içine dökülür.⁽⁶⁾ sonra su borunun iç yüzeyi etrafında girdap gibi dönerek yer çekimi altında, boru duvarına yapışarak aşağı doğru düşer, buna annüler (halka) su akışı denir. (Bkz. Şekil 1) borunun iç yüzeyindeki su filmi şaşırtıcı bir biçimde incedir, yüksek hızlı akışlarda bile ¼ inç'ten biraz fazla kalınlıkta film oluşturur. Katılar yer çekimi altında borunun merkezinde aşağı düşer.

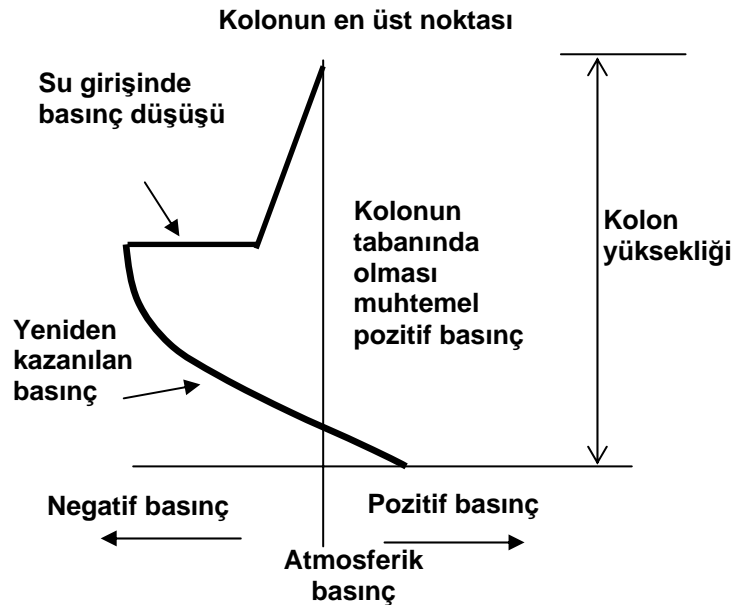


Şekil 1. Bir branşmandan tahliye olan su

1.3 Bina Gider Hatlarında Hava

Çoğu insan bina gider hatlarında su olduğunun farkındayken, çünkü bu kullanıcının evinden veya ofisinden kurtulmak istediği şeydir, çok az insan sistemdeki havanın oynadığı önemli rolün farkındadır. Bu iki önemli akışkandan (hava ve su); tasarımcılar, montaj işçileri ve yönetmelik otoriteleri için en büyük sorunu oluşturanı hava akışının regülasyonu ve kontrolüdür. Tüm prosese konuyu çevreleyen genel anlayışın eksikliği tarafından katkıda bulunulamaz. Böylece, tüm bina gider hattında hava nasıl bir rol oynayacak?

Bir boruda su akmaya başladığında, yukarıda tarif edildiği gibi, hava onunla birlikte katılır. Bu olgu, su düşey drenaj borusundan döküldüğünde, havanın üst uçtan çekildiği durumda daha çok göze çarpar.⁽⁷⁾ Bu hava akışı üretmek için davranan su ve hava arasındaki kaymadan (shear) dolayıdır. Açık uçta (havanın geldiği yer) atmosferik olduğu farz edilen hava basıncı, boru üzerindeki “kayıplara” bağlıdır. Bu kayıplar ayırma (açık ucun kendisi), sürtünme (borunun kuru kısmında) veya branşmandan kolona su dökülürken ki basit basınç düşüşünden dolayı olabilir.



Şekil 2. Kolondaki basınç profili

Borunun tahliye olan branşmanın alt kısmında basınç farklı bir şablon izler. Su bir hava akışına neden olduğundan, hava üzerindeki baskın kuvvet sürtünmeden ziyade çekmedir.⁽⁸⁾ Bunun hava basıncını pozitif yönde hareket ettirme eğilimi vardır (veya emme basıncında azalma). Bu kolonun tabanında basıncı tekrar atmosferik yapar. Kolonun tabanındaki bu basınç belirli şartlarda atmosferik basıncın üzerine çıkabilir, bu da geri basınç olarak bilinir.

Genellikle bu prosesle ilgisi olan basınç profili şekil 2'de gösterilmiştir. Bunun belli bir zamanda spesifik bir olay ile ilişkili bir basınç imzası olduğu hatırlanmalıdır. Bu aslında düşey bir kolondaki basınç dağılımının geçici anlık görüntüsüdür ve muhtemelen en iyi yüksek binalara uygulanır. Gerçekte bu profil yukarıda anlatıldığı gibi basınçlar kolona iletildikçe hızla değişecektir.

Drenaj sistemindeki basıncı eşdeğer su derinliği, örneğin 'inç su sütunu' veya basitçe 'inç su' cinsinden ölçmek çok faydalıdır. Hava basıncı için su derinliğini referans olarak kullanmanın avantajı, 2 inçlik su eşdeğerindeki emme basıncının 2 inç derinliğindeki kapandaki suyu emeceğini bilmektir.

1.4 İyi Tasarlanmış Bir Sistemin Gereklilikleri

İyi tasarlanmış bir sistemin temel gereği kullanıcının onun varlığının farkında olmadan çalışması gereken şeyler koymaktır. Ancak, bu uzun bir gerekliliktir ve 'görünmez sistem'e liderlik edebilecek bazı gereklilikleri tamamen belirleme ihtiyacı vardır. Aşağıdaki gereklilikler güvenli, kullanışlı ve sağlam bir drenaj sistemine ulaşmada esastır;

- Sistem tüm atığı mümkün olan en kısa sürede gidermelidir
- Uzun yatay boru hatları kendi kendini temizleyen tipte olmalıdır
- Kanalizasyon gazlarının girmemesi için bir bariyer olduğundan emin olmak için kaparlarda minimum su kaybı olmalıdır.

Daha az kritik olan diğer gereklilikler

- Sistemden minimum ses
- Sıhhi tesisat birimi tarafından minimum koku (WC tasarımı)
- Kolay bakım

Yönetmelikler aslında, bu gereklilikleri yerine getirmek için ve ev sakinlerini kontamine fekal atıklarla temastan oluşabilecek sağlık risklerine karşı korumak için tasarlanmışlardır. Gelişmiş ve sanayileşmiş ülkelerde bu standartları karşılamak için gerekli montajların ve drenaj sistemleri kaynaklı sağlık risklerinin önemi hala çok düşüktür. Çoğu mühendislik alanında olduğu gibi, hijyen ekipmanı ve teknikleri de sistem çalışmasının anlaşılmasını geliştiren ve sağlık riskini artırmadan güvenilir drenaj sistemlerine ulaşmak için yeni, yaratıcı ve düşük maliyetli yollar geliştiren bilimsel araştırmalardan faydalanmışlardır.

2. SIHHİ TESİSAT SİSTEMLERİNDE BASINÇ HAREKETLERİ

2.1 Basınç Hareketleri Nedir?

Bir binanın pis suyunun tahliyesi üzerine herhangi bir tartışmada hava basıncı hareketlerine herhangi bir gönderme olmadan tartışma eksik kalmış olabilir. Ancak bu hava basıncı hareketleri nelerdir? Basınç hareketleri basitçe bir sistemde bir noktanın diğer bir nokta ile fiziksel iletişim koşuludur. Bu, A noktasında bir olay olduğunda ve bu bilginin biraz uzaktaki B noktasına bir basınç dalgası ile iletilmesi anlamına gelir. Dalga, içinde gidebildiği ve herhangi bir yöne hareket edebildiği havadan ister istemez akışla aynı yönde olmadan daha hızlı hareket eder. Hava basıncı boru içerisinde ses hızında hareket eder, yaklaşık 320 m/saniye.

Bir negatif basınç daha fazla hava ihtiyacı belirtir ve emme kuvveti gösterirken, pozitif basınç ise hava akışını azaltma ihtiyacı belirtir ve itme kuvveti gösterir. Bir negatif basınç sistemi terk eden hava tarafından neden olunmuş olabilir (yani daha fazla hava ihtiyacı) ve pozitif basınç ise kapalı bir uca ulaşmış hava tarafından neden olunmuş olabilir(havanın durarak kaçacak yolun olmaması).

Pratikte bunun nasıl olduğunu görselleştirmek için bir benzerlik yardımı edebilir. Trafiğin en yoğun olduğu saatte anayolda 100 km/h hızla tampon tampona gittiğinizi düşünün. Yol uzun, dolambaçlı ve hafif bir eğimi var, ortam karanlık bu yüzden stop lambaları millerce uzaktan görülebiliyor. Yolculuğun bir noktasında, şu anda görüşün dışında olan bir araba durmaya mecbur kalıyor. Şoför fren uygulamak zorunda kalıyor. Bu anda siz hala 100 km/h hızla devam ediyorsunuz. Şoförlerin görünmeyen olaya verdikleri tepki sonucu ilerde yanan fren lambalarını görebiliyorsunuz. Fren lambalarının “dalgası” geriye doğru trafikte siz fren uygulamak ve durmak zorunda kalana kadar ilerliyor. İlerde bir olay olduğunu (göremediğiniz) ve durmanız gerektiğini size ileten yanan lambalar basınç hareketine bir örnektir. ‘Pozitif’ tip basınç dalgası fren yapmadan önceki hızınız olan 100 km/h’den daha hızlı hareket ederler (bu durumda dalga hızı ilerdeki fren lambalarını görüp buna tepki veren şoförler tarafından belirlenmesine rağmen). Yol açıldığında tam tersi gerçekleşir. Fren lambaları söner ve şoförler kendilerini ilerleyebilmek için bir boşluk ararken bulurlar. Hareket etmek için gerekli bilgi tekrar ‘negatif’ tip basınç dalgası tarafından iletilir.

Araba hızı artırıldığında ortaya çıkan sonuçları düşünmek ilginçtir. Eğer arabalar 150 km/h hızla seyahat ediyor olsalardı ve ilk araba aniden dursaydı, yığılma için iyi bir şans olurdu ve eş değer bir Jowkowsky tipi basınç artışı olacaktı. (Jowkowsky bir basınç artışının büyüklüğünün, akışkanın hızına, yoğunluğuna ve dalga hızına bağlı olduğunu belirlemiştir.)

2.2 Bu Basınç Hareketleri Bir Bina Drenaj Sisteminde Ne Yaparlar?

Bir negatif basınç, kapan sızdırmazındaki suyu emmeye teşebbüs edecektir. Basınç bir seferde tamamen suyu boşaltmak için yeterli olmayabilir ancak etki birikerek artabilir. Pozitif hava basınçları havanın kanalizasyon tarafından yaşam alanına geçmesine yol açabilir.

2.3 Hava Basınçlarının Üstesinden Nasıl Gelinir?

Hava akışındaki artış ya da azalışlar ile bunun için gereken zamanı iletme ihtiyacı, emniyetli bir drenaj sistemi sağlama gereklerinin merkezidir. Bir drenaj sisteminde denge halini sağlamanın anahtarı, hareketin olabileceği kaynağa mümkün olduğunca yakın basınç tahliyesi sağlamaktır. Yukarıdaki trafik akışı durumunda yol tıkanmasına yakın bir noktadaki varyant yol minimum kargaşaya yol açacaktır. George Waring tarafından 1884’te yükseltilecek nokta (Bkz. Giriş) emme basınçlarının tahliyesinden bahsetme hala doğrudur; hava mümkün olan en kısa zamanda sağlanmalı ve uzun boru hatları gecikme anlamına gelir.

3. EN İYİ UYGULAMALAR İÇİN TASARLAMA

3.1 Negatif Basınçları Hafifletme

Yukarıda açıklandığı gibi, negatif basınçlar sistemin daha fazla hava ihtiyacını belirtme yoludur. Bu hava çağırısı birkaç olgu tarafından yol açılmış olabilir;

- Suyla dolu bir branşman (tamamen dolu akış) sifonik etkiye yol açarak vakum oluşturabilir ve kapan sızdırmazı emilerek boşaltılabilir.

- Düşey bir kolondan aşağı düşen su ile ilgili basınç kayıpları, sistem boyunca ses hızı ile yayılacak olan negatif basınçlara yol açacaktır. Bu basınçlardan bazıları bir kapan sızdırmazından suyu emerek boşaltabilecek emme basıncına sahip olabilirler(dolaylı sifonaj).
- Hava akışındaki herhangi bir artış (sebebi ne olursa olsun) sistemde negatif hava basıncı üretecektir ve daha çok hava ihtiyacı açık uca (havanın geldiği nokta) iletilecektir.
- Sistemi terk eden hava bir negatif basınca yol açacaktır (ister kanalizasyona gitsin ister başka bir arayüz noktasından terk etsin. Mesela kolonun en üst noktası).

Artmış hava akışı için olan bu çağrı ile baş edebilmenin en etkili yolu bunu mümkün olduğunca çabuk yanıtlamaktır. Yani ekstra havayı mümkün olduğunca çabuk sağlamaktır. Bir drenaj sisteminde bu ihtiyaç olan noktaya en yakın yerde açık uca sahip olma ile eşit sayılır. Aslında hava alma şapkalı kullanarak yayılmış havalandırma bunun en etkili bir şekilde olmasına izin verir. Eğer bir kapan sisteme hava girişi olan yerden 10 m uzakta ise, havanın dönüşünü geciktirecek ve kapan sızdırmazını tehlikeye atacaktır.

Eğer durum buysa, tamamen havalıklı bir sistemde neden insanlar düzenli olarak kötü kokulara maruz kalmıyorlar? Daha önce belirtildiği gibi, Post-War Britanya'da Wise tarafından yapılan araştırma kanıtladı ki eğer boru hatları doğru eğimle ve belli bir mesafedeki yükü kaldıracak yeterli çapta uygulanmışsa kapan sızdırmazları tehlikeye atılmayabilir⁽⁹⁾. Bu sistem (tek kolon veya tek boru sistemi) Avrupa'da 50 yıl boyunca sistem bütünlüğünde çok az risk artışı ile başarılı bir biçimde çalışmıştır. Yayılmış havalık, sıhhi tesisat birimlerinden kanalizasyona olan mesafe 50 yıl önce tahmin edilenden daha uzun olduğu modern yapı tasarımlarına alternatifler sunar.

3.2 Pozitif Basınçları Hafifletme

Eğer negatif basınçlar daha fazla hava için bir çağrı ise pozitif basınçlarda hava göndermeyi durdurmak için bir çağrıdır. Çünkü basınç analizi iyi açıklanmış bir dizi kuralı takip eder (gerçek sır olmadığını hatırlayın) kaynakları belirlenebilir ve aşağıda verilmiştir;

- Su/hava akış oranlarındaki değişiklikler pozitif olduğu kadar negatif hava basınçları üretirler.
- Sistem sonundaki ani tıkanma, örneğin hava akışının durması ile sonuçlanan kanalizasyondaki aşırı yüklenme üretilen ve sistem boyunca yayılacak olan pozitif basınç dalgasına yol açacaktır.
- Sistemdeki büyük bir tıkanma

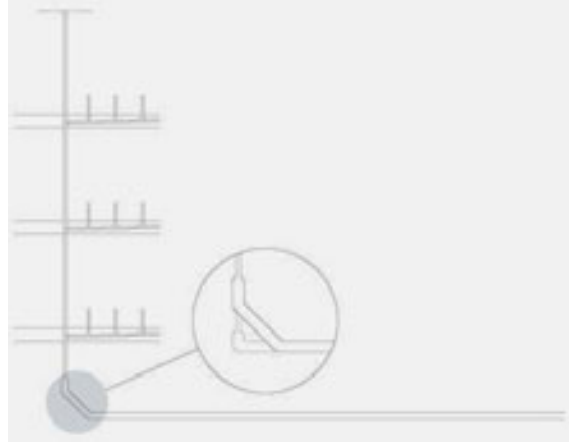
Pozitif basınçlar, negatif basınçlar gibi ses hızında hareket ederler ve hava ve su üzerinde yavaşlama kuvveti gösterirler. Böylece bir kapan sızdırmazına ulaşan pozitif hava basıncının sonuçları en iyi ihtimalle havanın kapandan geçerek bina içerisine girmesi veya kapandaki suyun yaşam alanına girmesidir.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta kolon tabanında oluşturulan pozitif basınç dalgasının kolonun tepesindeki açıklık ile hafifletilemeyeceğidir. Çünkü basınç dalgası kolon tepesinden kaçmak için tüm kolonun uzunluğu boyunca hareket etmesi gerekir. Kolon boyunca hareket ettiğinde de yolda patlatılabileceği kapanlarla karşılaşacaktır ve böylece sistem yaşam alanına açık hale gelecektir.

Pozitif basınçlara karşı tahliye sağlamanın en iyi yolu yine pozitif basınç kaynaklarına en yakın yerlere çeşitli basınç tahliye sistemleri yapmaktır. Kolonun tabanında oluşan bir basınç durumunda, tahliye tabanda gereklidir, en üstte değil. Paralel havalık boruları dalganın bir kısmını dağıtırlar ve eğer havalık boru çapları kolon çapı ile aynı büyüklükte olduğunda en iyi tahliyeyi sağlarlar. Ancak bu basınç büyüklüğünü sadece 1/3 oranında azaltır. Laboratuvar testlerinde farklı çözümlerin pozitif hava basınçlarını %90 oranında azalttığı görülmüştür. Etkin olarak çözümler, hava akışının dağıtılmasına ve yavaş yavaş hızının azalmasına izin verir – anayoldaki arabalar benzeşiminden başka bir örnek.

Hava alma şapkaları pozitif hava basıncı üretir mi? Oldukça basit bir şekilde Hayır. Hava alma şapkaları pozitif hava basıncı dalgalarına kapanarak ve gelen dalganın % yansıtarak tepki verirler. Ayrıca hava alma şapkaları içeriye akış kapandığında küçük negatif basınçlar üretirler.

Pozitif hava basınçlarının büyüklüğü ve yırtıcılığı yapı boyunca havalandırma yayılarak sınırlandırılabilir. Pozitif hava basıncı dalgasının büyüklüğü, duran hava akışı hızının fonksiyonu olduğundan, dolayısıyla hava akışı oranının kendisinin, yapı boyunca küçük hava akışlı birkaç hava girişi monte ederek büyük akışların durma riskini azaltmak daha iyidir. Böylece potansiyel pozitif hava basıncının büyüklüğü sınırlandırılmış olur. Bu en iyi, yapı boyunca hava alma şapkası monte edilerek yapılır.

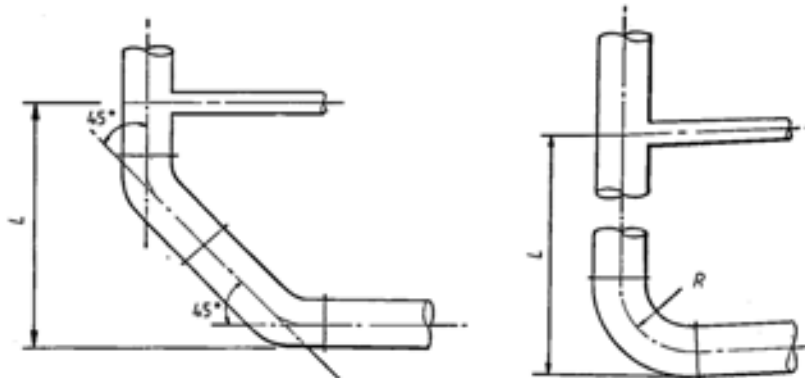


Şekil 3.

Apartmanlardaki muhtemel bir problem de kolondan yatay ana kanalizasyon hattına geçişte sıvı perdesi oluşmasıdır. Bu problem kötü kokulu gazların kapanlardan zorla geçmesine yol açar. Bu problem kolonun uç noktasının atmosfere açık veya bir hava alma şapkası ile donatılmış olmasından bağımsız olarak oluşabilir. Bu durum aşağıdaki önlemlerden bir veya birkaçının alınması ile önlenir:

- Kanalizasyona giden yatay ana hatta, dirsekte ve kolonun en alt kısmının kısa bir bölümünde daha büyük çaplı boru kullanmak
- Kanalizasyona giden yatay ana hatta ve dirsekte daha büyük çaplı boru kullanmak
- Binanın alt katları için ayrı kolon monte etmek

Ayrıca EN 12056 da aşağıda belirtilen düzenleri önermektedir:



a) tercih edilen düzen

b) alternatif düzen

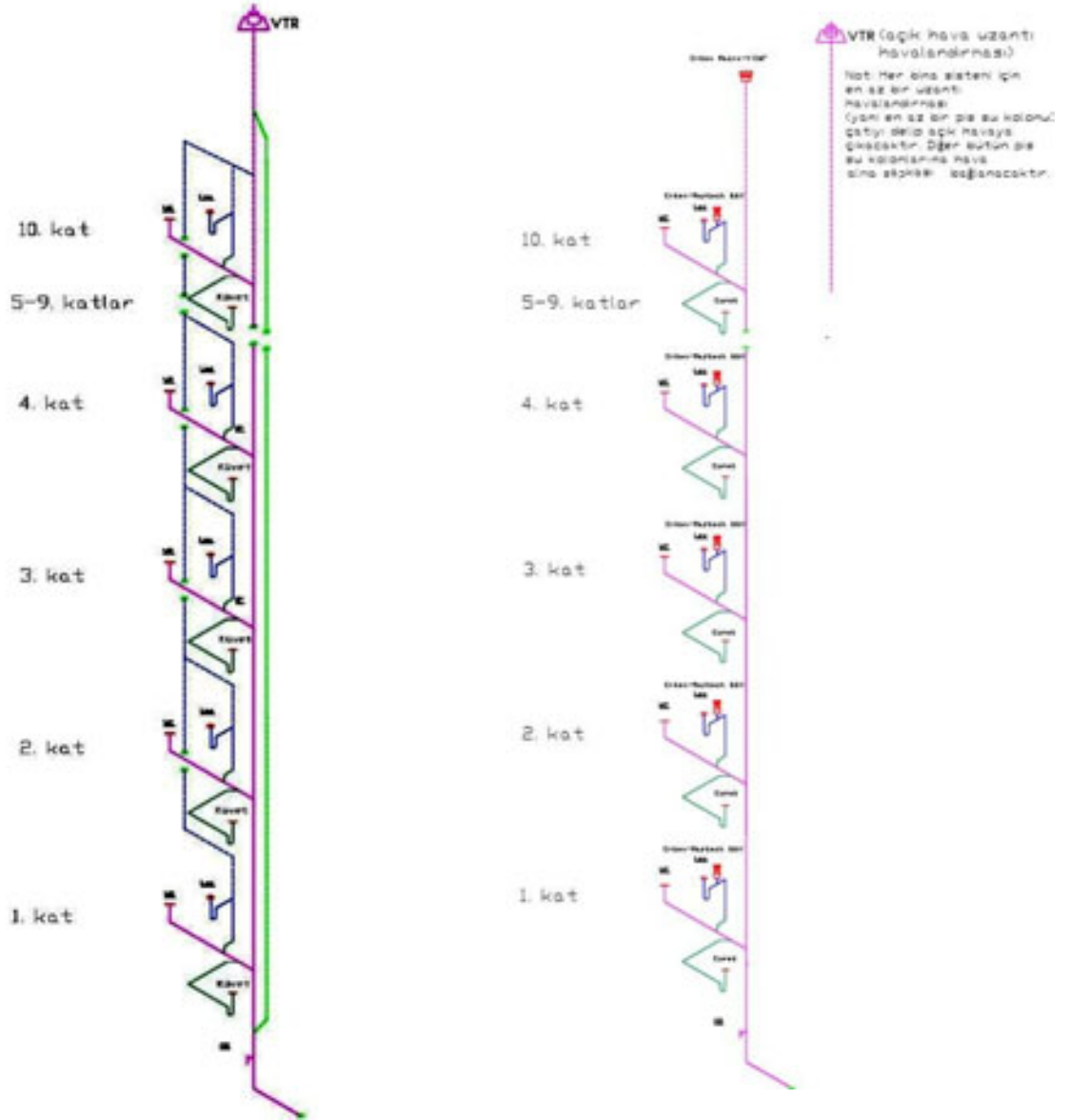
Şekil 4. Tahliye kolonunun tabanında dirsek ve branşman bağlantıları

$L \geq 450$ mm (üç kata kadar müstakil evler için)

veya $L \leq 740$ mm (5 kata kadar çok katlı sistemler için)

veya $L \leq$ tek kat yükseklik (5 kattan fazla çok katlı sistemler için), örneğin; zemin kat seviyesinde hiç bağlantı yok

R mümkün olduğu kadar büyük [iç çapın iki katı (IDx2)]



Şekil 5. 10 katlı bir binanın geleneksel pis su havalık sistemi ile hava alma şapkalı pis su havalık sisteminin karşılaştırılması

4. BİNA DURUM ÇALIŞMALARI

4.1 Drenaj Ağlarında Akışı Modelleme

Gerçek bina drenaj sistemlerinin araştırması ve analizi 'yaşayan' binalardan veri elde etmek zor olduğundan güçtür. Çoğu mühendislik alanı, araştırma ve geliştirmede 'bak ve gör' yaklaşımlarını modelleme tekniğinin bir biçimini kullanıyor.

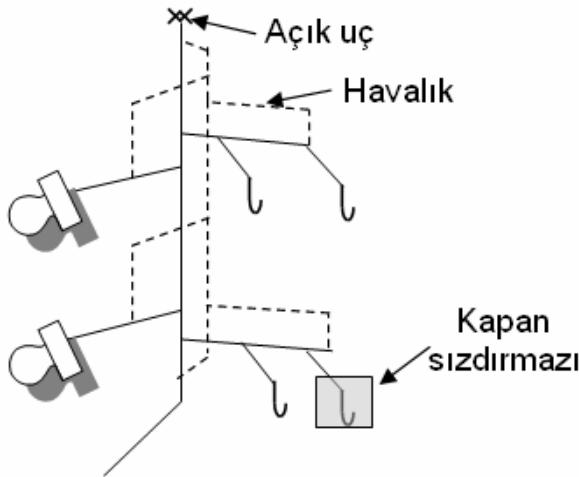
DWV araştırmasında kompleks zamana bağlı geçici akışların üstesinden gelebilecek kapasitede birkaç model vardır. AIRNET bilgisayar modeli böyle bir modeldir ve yazarlar bunun farkında olduğundan beri, böyle kompleks görevler için yetenekli tek geçerli modeldir^{(8),(12),(13)}. AIRNET modeli aslında karakteristik metodu olarak bilinen matematiksel yöntemdir. Yöntem, farklı zaman basamaklarında boru uzunluğu boyunca önceden tahmin edilen dalgaların yayılmasına izin verir. Bu, bir bina drenaj sistemi içerisinde aslında ne olduğunu 'bakıp ve görmek' için çok güçlü ve eşsiz bir yoldur. Bu bölümdeki simülasyonlar AIRNET kullanılarak yapılmıştır.

4.2 İki Katlı Bina

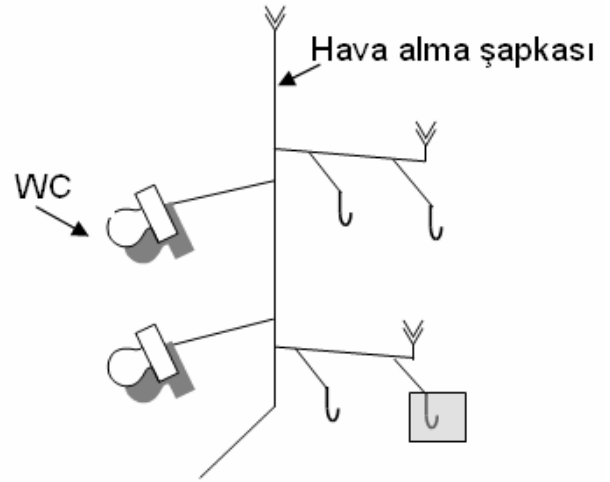
Yukarıda belirtildiği gibi, iki katlı binanın drenaj sistemi minimum ilave havalandırma ile esaslı bir şekilde tasarlanıp monte edildiği sürece kafi derecede çalışabilir. Bu, aşağıda şekil 6 ve 7'de gösterilen düzene başvurarak gerçekleştirilir. Bina birkaç banyolu ve mutfak/çamaşır alanı bir grup branşmanlı yaygın bir evi gösteriyor. Simülasyon iki farklı senaryo için gerçekleştirildi.

1. Ucu açık kolonlu sistem
2. Kolonun tepesinde hava alma şapkalı sistem

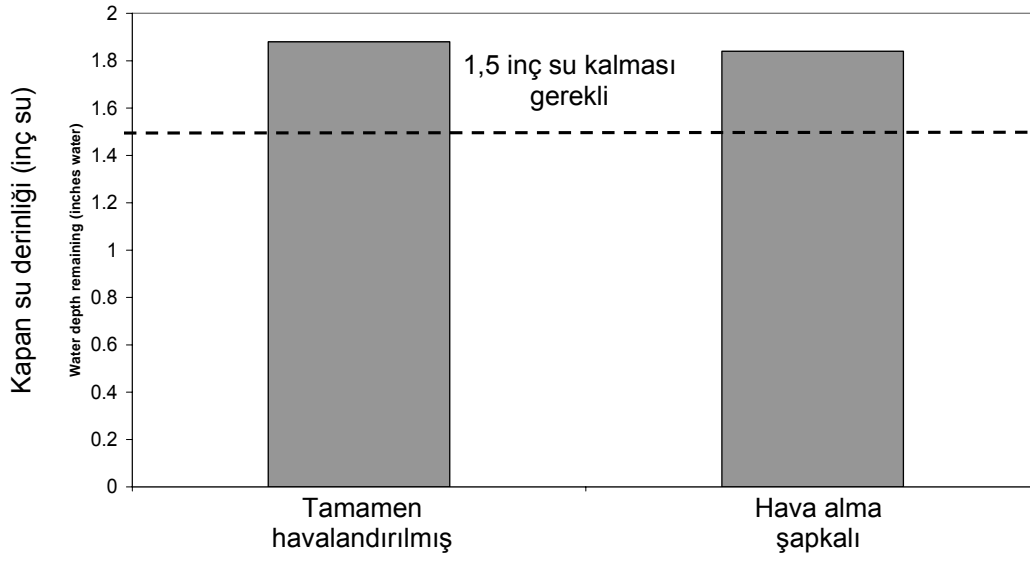
Tahliye akış oranı en üst kattaki WC' den ve banyodan birleşik akış düşünülerek simule edildi. Tahliye üst kattan simule edildi ve taralı kapandaki etkisi çıkış verisi olarak kaydedildi. Sütun grafiğinden her iki senaryo için az miktarda suyun operasyonun sonucu olarak kaybolduğu görülebilir.



Şekil 6. Paralel havalık borusu ile ve açık uçla tamamen havalandırılmış sistem



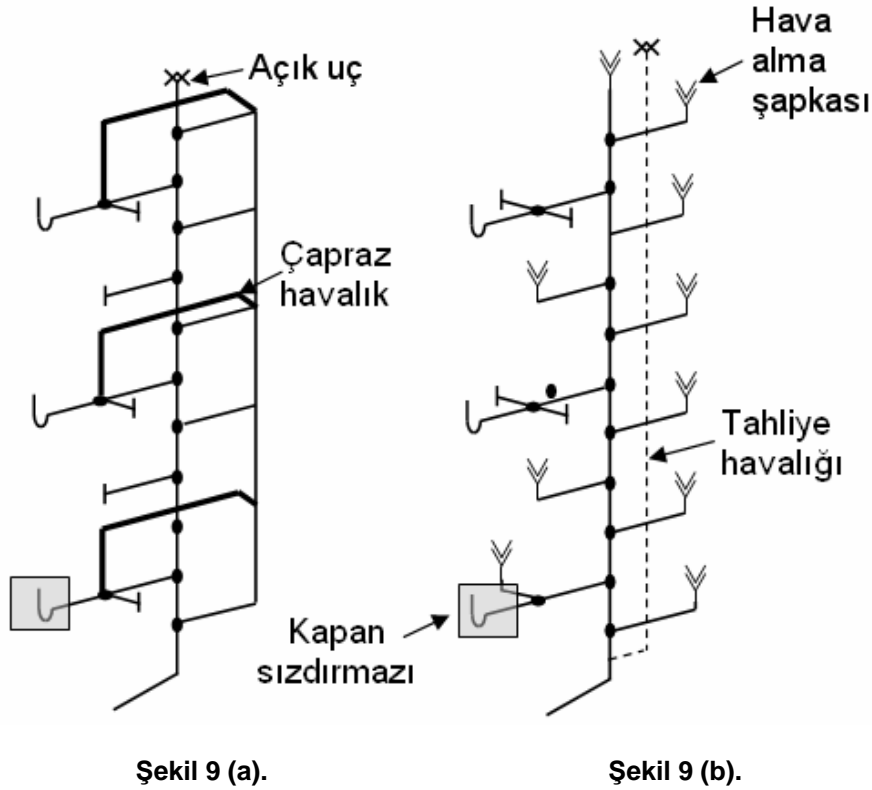
Şekil 7. Branşmanlarda hava alma şapkaları ve ana kolonun tepesinde hava alma şapkası bağlı iki katlı ev



Şekil 8. En alttaki kapanda (şemada taralı olarak gösterilen) kalan su miktarlarının karşılaştırılması

4.3. 10 Katlı Bina

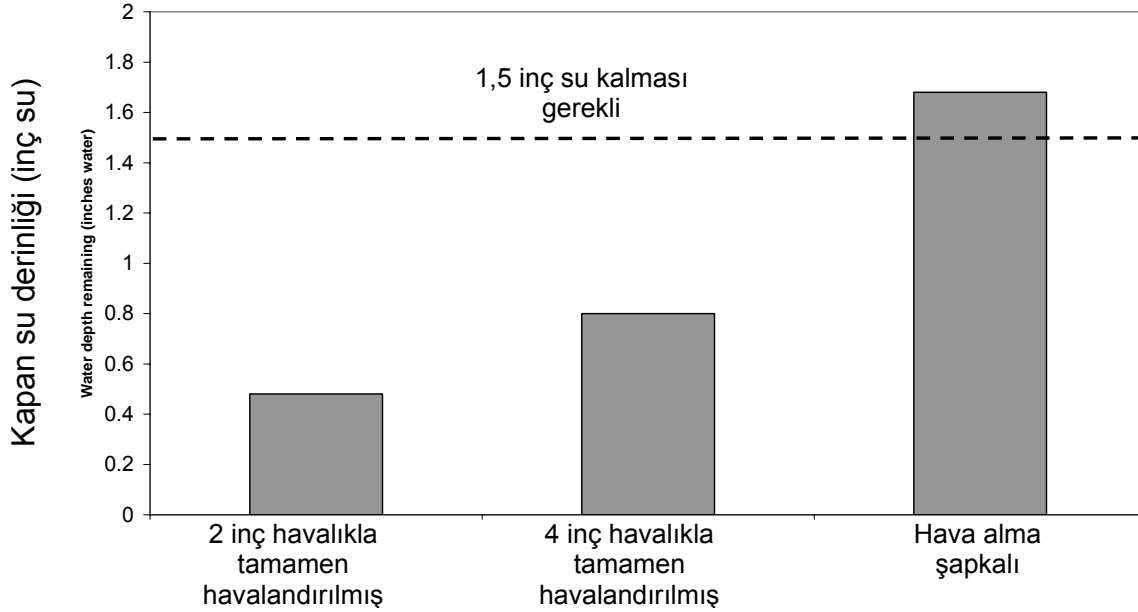
10 katlı bina senaryosu aşağıda şekil 9'da gösterilmiştir. Burada simule edilen 2 farklı düzen vardır; şekil 9(a) tamamen havalıklı sistem, şekil 9(b) yayılmış havalıklı tek borulu sistem ve kolonun tepesinde bir hava alma şapkası. Bu sistem ayrıca bir tahliye havallığı içerir. Senaryoların her birinde örnek bir su kapanı 3 katta bir gösterilmiştir.



TARTIŞMA

Bu simülasyonda kullanılan akış oranı 4 “ düşey kolon için maksimum 80 US gpm’dir. Bu akış oranı, eşzamanlı tahliye gerektirdiğinden pratikte gözlemlenme olasılığı yoktur (Hunter 1940). O halde akış oranı, drenaj havalık sistemini limitlerine sevk etmek için “en kötü senaryo”yu gösterir. Araştırılan opsiyonlar arasında mukayese sağlar. Bu akış oranını oluşturan tahliyeler, eş zamanlı tahliyeleri simüle etmek için kolon boyunca eşit bir şekilde dağıtılmıştır(5 farklı kattan yaklaşık 16 USgpm).

Şekil 10’da gösterilen sütun grafiği, bu olay sonucu şekil 9’daki taralı kapanda kalan su derinliğini gösterir. Bu koşullar altında hava alma şapkalı sistemde (Şekil 9b) en çok su kaldığı görülebilir. Neden böyle? Pekala, temel sebep düşey kolondaki akışın negatif basınca neden olması ve onun da daha fazla havayı gerektirmesidir. Bu negatif basınç, ‘hava aramak’ için sistemin bütün parçalarına yayılır. Negatif basınç, kapandaki suyu çekmeye çalışacak olan bir emme kuvvetini temsil eder. Bunu durdurmak için, hava başka bir yerden sağlanmalıdır. Şekil 9(a) ve 9(b)’de gösterilen yöntemler iki farklı metot gösterir. Şekil 9(a)’da hava kolonun tepesinden gelmelidir, yaklaşık 30 m uzaktan (ancak sadece negatif basınç ilk olarak kolonun tepesine yayıldıktan sonra gidiş dönüş yaklaşık mesafe 60 m). Alternatif olarak hava, lokal olarak hava alma şapkaları ile sağlanabilir (Şekil 9(b)). Bu durumda gidiş-dönüş mesafe sadece 3 m’dir. Bu, havanın tamamen havalıklı sistemden daha çabuk sağlanabileceği anlamına gelir.

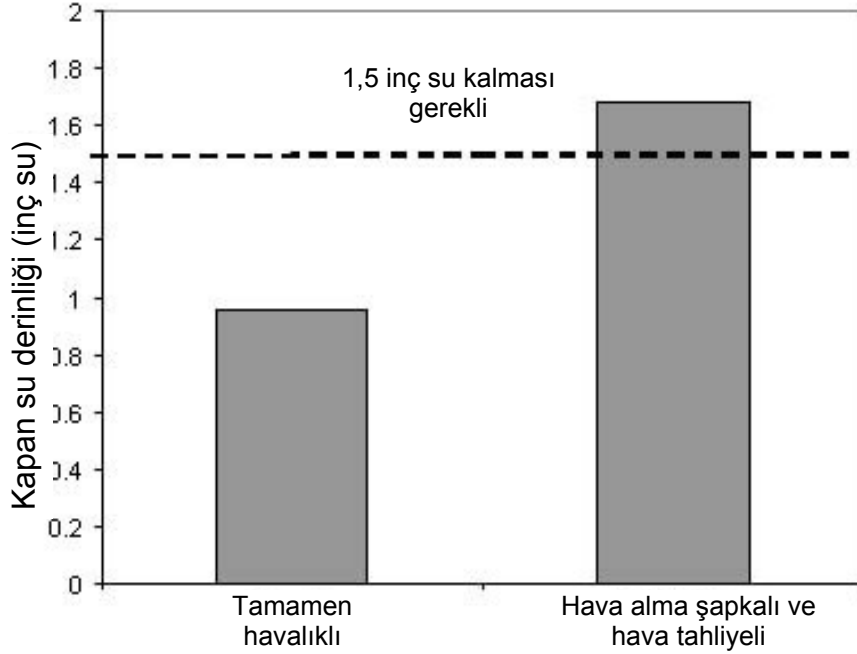


Şekil 10. Negatif basınca dayalı koşullarda en alttaki kapanda (şemada taralı olarak gösterilen) kalan su miktarlarının karşılaştırılması

Ayrıca sütun grafiği çapraz havalık çapının havalık performansı üzerine etkisini gösterir. Daha küçük boru çapları, artan sürtünmeden dolayı büyük boru çaplarına göre daha az etkilidir. Bu, 1895’te Waring tarafından yapılan nokta ile aynıdır (bkz. Giriş Bölümü).

Şekil 11 aynı kapanda sistemdeki pozitif basıncın sonucu olarak kapanda tutulan suyu gösterir. Kanalizasyona giden hatta aşırı yüklenme simüle edilerek hava akışının kolon boyunca durmasına yol açan pozitif basınç oluşturuldu. Yine bu senaryo ile baş edebilecek iki metot; şekil 9(a)’da gösterilen tamamen havalıklı sistem ve şekil 9(b)’de gösterilen hava alma şapkaları kullanan ‘aktif kontrol’ seçeneği. Kapanda kalan su seviyesi sütun grafiği, aktif kontrol sisteminin bu tür bir olaya karşı kapandı en iyi koruduğunu ve tahliye havalığı olan hava alma şapkası sisteminin de tamamen havalıklı sisteme göre daha iyi koruma sağladığını gösterir.

Aktif kontrolün daha iyi olmasının iki sebebi vardır; öncelikle hava girişlerinin yaygın olması oluşabilecek maksimum pozitif basıncın büyüklüğünü azaltır, ikinci olarak hava tahliye kolonunun pozitif basınç dalgasını tüketebilecek bir hacim oluşturur. Basınç dalgasını sönmeler, dağıtır ve zararsız hale getirir. Bu yer değiştirilen su ve pozitif basınç dalgası tarafından doğrulanır.



Şekil 11. Pozitif basınca dayalı koşullarda en alttaki kapanda (şemada taralı olarak gösterilen) kalan su miktarlarının karşılaştırılması

SONUÇLAR

Bu bildiri bina drenaj sistemlerinde havalık sistemlerini de dahil ederek mütalaa etti. Tartışma, sıhhi tesisat üniteleri tahliyesi sonucu oluşan kararsız akışları kolayca açıklayabilecek temel akışkanlar mekaniği üzerine yoğunlaştı. Drenaj ve havalık sisteminin çalışmasının açıklanması bu açıdan yeni değildir, çoğu eski mucit bunun farkındaydı, ancak dünya çapındaki çoğu yönetmelik ve düzenleme, bilimden ziyade endüstrinin evrimine dayalı emreden legalistik yaklaşım taraftarı akışkanlar mekaniğine dayalı zorunlu mühendislik tanımlamasından kaçınır gibi gözükte.

Sistem sürtünmesinin temelleri ve kısa süreli basınç oluşumu ve yayılması, neden havalandırmanın gerektiği anlayışının merkezidir. Havalık olmadan bazı koşullarda sistemin mükemmel çalışması bakış açısı da dahil, kısa süreli basınçları hafifletmek için mümkün çözümler tartışıldı.

Hızlı dijital bilgisayarların gelişi bina drenaj ve havalık sistemlerindeki kararsız hava ve su akışlarını modelleme ve simüle etme yeteneği ile sonuçlandı. İlk defa 18. yy'da tanımlanan dalga eşitliklerinin çözülme gücünü sağladı. Bilgisayar simülasyon programı AIRNET 20 yılı aşkın bir süredir gelişim içerisindeydi ve birçok saha ve laboratuvar araştırması sonucu onaylandı. Bu bildiri iki bina tipi için sonuçlar gösterir; iki katlı bir bina ve on katlı bir bina. Program sonucu hava alma şapkası kullanan yayılmış havalığın geçerliliğini ve pozitif basınçlar ile baş etmede ana hava tahliye borusunun etkinliğini teyit etmiştir.

Bu makalenin evye ve döşeme altında 'gizlenen' bina drenaj ve havalık sisteminin çalışmasının anlaşılmasını kolaylaştırması umulmaktadır. Ayrıca, insanlar için güvenli, hijyenik bir çevre oluşturmak için ilk teşebbüsleri yapan Waring, Putnam, Reynolds ve Wise gibi insanların iyi hatırlanması da umulmaktadır. Sadece en azından vaatlerinden dolayı değil aynı zamanda akışkan mühendisliği ve bugün üzerinde düşünme eksikliği olan bilimsel yöntemlere dayalı incelemelerinden dolayı.

KAYNAKLAR

- [1] Munro, B. (2000) '*Ceramic Water Closets*' Shire Publications, London.
- [2] Reynolds, O. (1872) '*Sewer Gas and How to Keep It Out of Houses*' in Allen, M '*FROM CESSPOOL TO SEWER: SANITARY REFORM AND THE RHETORIC OF RESISTANCE, 1848-1880*' *Victorian Literature and Culture* (2002), 30: 383-402 Cambridge University Press.
- [3] Waring, G. E. (1895) '*How to drain a house, practical information for householders*' D. Van Nostrand company, New York.
- [4] Putnam, J. P. (1911) '*Plumbing and household sanitation*' Doubleday, Page & Co, Garden City, New York.
- [5] Wise, A.F.E (1957) '*Drainage pipework in buildings: Hydraulic design and performance*' HMSO, London
- [6] Swaffield J.A & Boldy A.P (1993) 1993, '*Pressure surge in pipe and duct systems*', Avebury Technical, England
- [7] Swaffield J. A. and Galowin L.S., (1992) '*The engineered design of building drainage systems*', Ashgate Publishing Limited, England.
- [8] Jack L.B., (2000). '*Developments in the definition of fluid traction forces within building drainage vent systems*', *Building Services Engineering Research & Technology*, Vol 21, No 4, pp266-273, 2000.
- [9] EN 12056:2000 '*Gravity Drainage Systems inside buildings Part 2: Sanitary Pipework, layout and calculations*', British Standards Institute, London
- [10] Swaffield, J.A., Campbell, D.P. , Gormley, M. (2005) '*Pressure transient control: Part I — criteria for transient analysis and control*' *Building Services Engineering Research and Technology*, Volume 26, Number 2, June 2005, pp. 99- 114 (16)
- [11] Swaffield, J.A., Campbell, D.P. , Gormley, M. (2005) '*Pressure transient control: Part II—simulation and design of a positive surge protection device for building drainage networks*' *Building Services Engineering Research and Technology*, Volume 26, Number 3, September 2005, pp. 195-212(18)
- [12] Swaffield J. A. and Campbell D. P., 1992^a, "Air Pressure Transient Propagation in Building Drainage Vent Systems, an Application of Unsteady Flow Analysis", *Building and Environment*, Vol 27, n^o. 3, pp 357-365
- [13] Swaffield J. A. and Campbell D. P., 1992^b, "Numerical modelling of air pressure transient propagation in building drainage vent systems, including the influence of mechanical boundary conditions", *Building and Environment*, Vol 27, n^o. 4, pp 455-467

ÖZGEÇMİŞLER

İsmail CAN

7 Temmuz 1952 tarihinde İstanbul'da doğdu. Orta öğrenimini İstanbul Erkek Lisesi'nde yaptı. 1976 yılında Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Programcılığı bölümünden ve 1980 yılında Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 7 yıl Avustralya'da ve 3 yıl Singapur'da Bina Mekanik Sistemleri Profesyonel Tasarım Mühendisi olarak çalıştı. 1993 yılında BİRİKİM MÜHENDİSLİK PROJE LTD. ŞTİ.'ni kurdu ve son 14 yıl boyunca çok katlı yüksek yapılar, alışveriş merkezleri, enternasyonal hoteller, iş merkezleri, hastaneler, okullar, üniversiteler, fabrikalar ve benzeri binalardaki mekanik sistemlerin tasarımı, danışmanlığı, proje yönetimi, planlanması ve süpervizyonu konularında Türkiye, Rusya ve Türki Cumhuriyetler'de 50 den fazla projede çalıştı. Institution of Engineers, Australia (Avustralya Mühendisleri Enstitüsü), ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Enstitüsü), TTMD (Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği) üyesi olup Chartered Professional Engineer, Australia (Avustralya'da Kayıtlı Profesyonel Mühendis) ünvanı bulunmaktadır. İngilizce ve Almanca bilmektedir.

Ömer KANTAROĞLU

24 Eylül 1947 tarihinde Erzurum'da doğdu. 1972 yılında ODTÜ Makine Fakültesi'nden mezun oldu. ODTÜ İşletme Fakültesi'nde yüksek lisans programını tamamladı. Pasiner A.Ş ve Oyak İnşaat A.Ş Firmaları'nda çalıştı. 1981 yılında ERTES LTD.ŞTİ.'ni kurdu ve mekanik sıhhi tesisat üstlenicisi olarak çalıştı. TTMD (Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği), TİMDER (Tesisat İnşaat Malzemecileri Derneği), ASPE (Amerikan Sıhhi tesisat Mühendisleri Derneği), MCA (Amerikan Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği) ve REVHA (Avrupa Isıtma Soğutma ve İklimlendirme Dernekleri Federasyonu) üyesidir. 1995 yılından beri ERTEM HİJYEN TEKNOLOJİSİ A.Ş Genel Müdürlüğü'nü yapmaktadır. Çalışmalarını yoğun bir şekilde Sıhhi Tesisat Teknolojisi üzerinde sürdürmektedir. TTMD ve TİMDER'de bu konu ile ilgili seminerler vermektedir ve bu derneklerin dergilerinde çeşitli konularda makaleleri yayınlanmaktadır. "Sıhhi Tesisat Teknolojisi" isimli bir kitabı bulunmaktadır. Ömer Kantaroğlu 1999–2000 yıllarında TTMD IV. Dönem Başkanlığı görevini yürütmüştür. İngilizce ve Almanca bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.