Tiyatro, Opera ve Konser Salonlarında Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme

Ayhan Razgat; *Mak. Yük. Müh.*
TTMD Üyesi

ÖZET
Tiyatro, opera ve konser salonlar›nda ›s›tma havaland›rma ve iklimlendirme tesislerinin tasar›m›nda havan›n sevki, s›cakl›¤›, h›z›, nemi ve ortama homojen da¤›l›m› özel önem tafl›maktad›r. Afla¤›dan yukar›ya ve yukar›dan afla¤›ya do¤ru çözümlenen havaland›rma sistemleri birbirlerine göre bir tak›m avantaj ve dezavantajlar yaratmaktad›r. Bu tür yap›lar›n planlamas›nda, sahne evi, fuaye, gifle, vestiyer ve prova odalar› gibi mahallerin klimatizasyon aç›s›ndan birbirleriyle ve salonla iliflkisi dikkatle irdelenmelidir. Tiyatro, opera ve konser salonlar›nda baylar ve bayanlar ile yafll› ve gençlerin konfor beklentileri do¤al olarak farkl›l›klar arzetmekte, dolay›s›yla ifletmede her bir izleyici için konforlu iklimlendirmenin sa¤lanmas› güç olmaktad›r. Di¤er yandan, bu tür yap›lar genellikle yüksek ifletme giderlerini karfllayacak ekonomik güce sahip olamad›¤›ndan, mümkün oldu¤unca kolay ifletilebilir, tasarruflu çal›flan tesisler kurmak gerekmektedir. Tiyatro, opera ve konser salonlar›n›n tasar›m›nda akustik önlemler dikkate al›nmas› gereken ayr› bir husus olarak ön plana ç›kmakta, özellikle klima ve havaland›rma tesislerinde ses yutucular, motor ve fanlarda titreflim al›c›lar özel önem arzetmektedir.

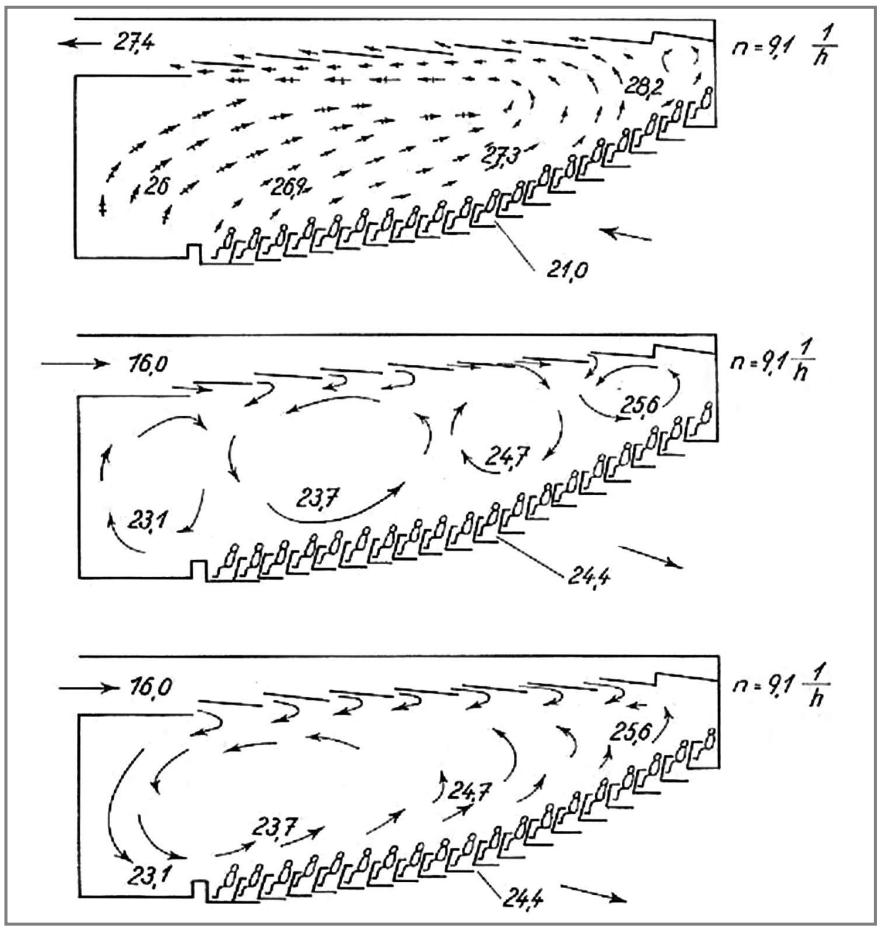
Hvac Systems For Theaters, Operas And Concert Halls

ABSTRACT
In theaters, operaS and concert halls, the temperature, humidity, velocity, flow quantity and uniform distribution of the air throughout the space are particularly important issues. The upward and downward systems have both advantages and disadvantages over each other. When planning this kind of buildings, mutual relationships between the spaces such as stage, foyer, box office, checkrooms, rehearsalrooms and the spectator saloon should be studied carefully regarding to HVAC characteristics. Since, the comfort demands of male and females and of young and old peoples will naturally be different each other, it is very difficult to establish an optimal airconditioning that would be perceived by all individuals as satisfactory. Also, since these kinds of facilities can't justify high level operation costs, easy operable buildings having energy saving features should be designed. Since acoustical issues are important concerns in these buildings, sound attenuation in ductwork and absorbers in motors and fans should be considered.

1. Girifl

Tiyatro, opera ve konser salonları gibi binaların ısıtma havalandırma ve iklimlendirme tesislerinin planlamasında, aşağıdaki özelliklere dikkat edilmesi gerekiyor:

1. İzleyici Salonu iklimlendirme tesisi nasıl planlanmaktadır?



fiekil 1. *Salon %100 dolu.*

2. Her bir ısıtma grubununun dağılımı nasıl yapılmıştır?
3. Sahne kulesinin ısıtması nasıl çözümlenmiştir?
4. Gişe salonu ve fuayeler nasıl ısıtılıyor?

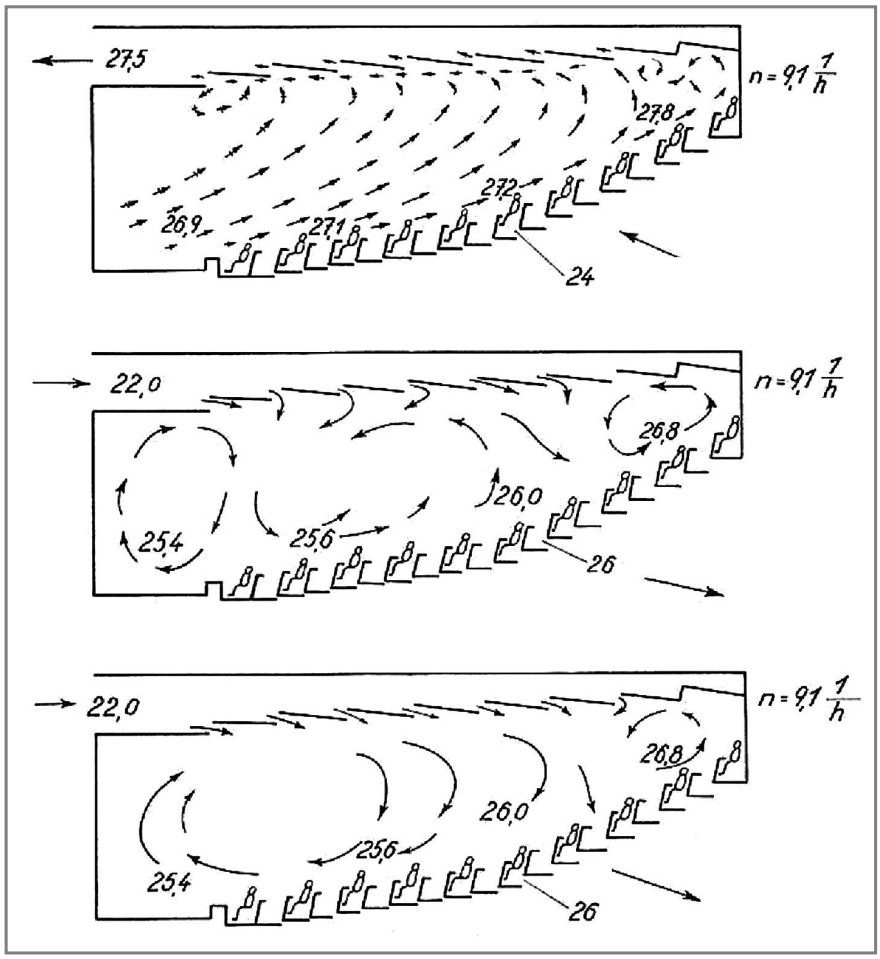
2. Hava Sevki

Büyük hacimli mekanlar iklimlendirilirken, özellikle hava sıcaklığı ve hava hızları açısından özel talepler şart koşulmaktadır. Hava mümkün olduğunca, hacime eşit miktarlarda dağıtılmalıdır. Hava nemi ise % 40 ile 60 arasında olmalıdır. Seyircilerin yoğun olduğu seanslarda, iklimlendirme olmaksızın sıcakta durulması adeta imkansızdır. Hatta kış aylarında dahi iklimlendirme gerekebilir.

Aşağıdan yukarıya doğru uygulanan havalandırma şekli; gösteri esnasında, salondan sahneye doğru soğuk hava akımı tehlikesi yaratmasına rağmen, en uygun olanıdır. Yukarıdan aşağıya doğru havalandırma şekline karşın, bu havalandırma şeklinde veriş havası, her bir izleyiciye daha kolay ulaşmaktadır. Ancak izleyiciler; iklimlendirme tesisinin ayar değişikliklerine, gürültü ve uçuşan tozlara daha çok maruz kalabilirler. Bunun tam tersine, yukarıdan aşağıya doğru havalandırmada hava, tavan seviyesinden aşağıya doğru üflenir, koltuk altlarından emilir. Bu şekilde kafa yüksekliğinde, dışarıdaki doğal koşullara daha yakın bir klima ortamı yaratılmış olur.

Her iki havalandırma şeklinin, bazı özellikleri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Salon tamamen dolu olduğu ve "aşağıdan yukarıya doğru" havalandırıldığında; hacimde yavaş hareket eden ve fazla girdaplı olmayan, ilk önce arka üst köşeye doğru ve tavandan dönerek tekrar ön tarafa doğru bir akım meydana gelir. Zemini arka sıralara doğru yükselen mekanlarda, soğuk hava genellikle ön tarafta, yani daha yüksek bölümde toplanmaktadır (Şekil 1 üst).

"Yukarıdan aşağıya doğru" havalandırmada, tamamen başka bir akış şekli meydana gelir. Orantısız sirkülasyonlar, büyük girdaplı bir türbülans tabakası oluşturur. Hacmin ön bölgesinde toplanan soğuk hava, bu havalandırma şeklinde çok daha yoğun olmaktadır (Şekil 1 orta ve alt).



fiekil 2. *Salon %50 dolu (her iki koltuk s›ras›ndan biri dolu).*

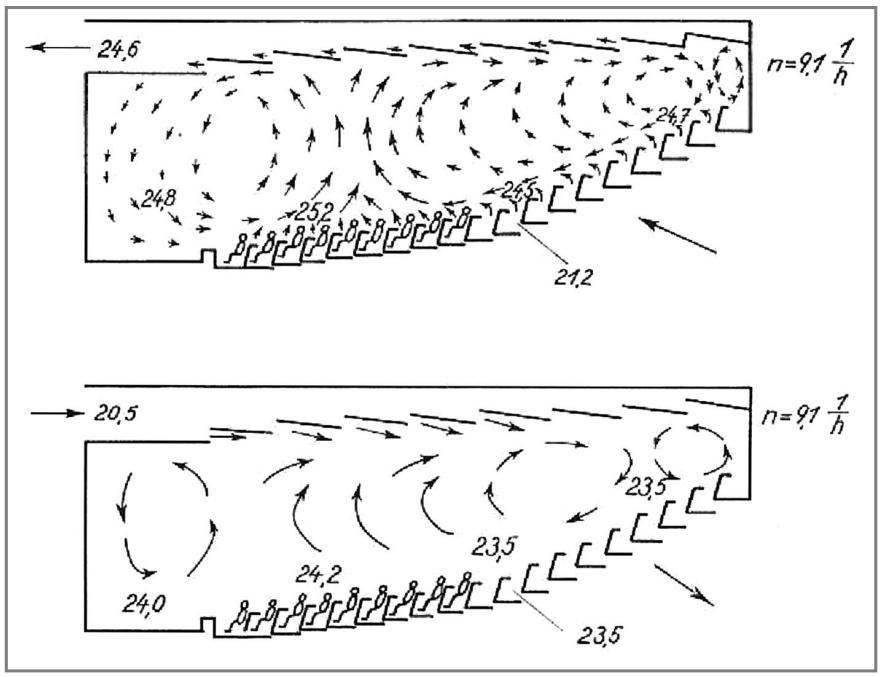
Salon tamamen dolu ya da kısmen dolu, kişiler salonun zemin katına orantılı mesafelerde oturuyor ise her iki havalandırma şeklinde de benzer durumlar meydana gelir. Oturma sıralarının her iki koltuktan birinin dolu olduğu durum Şekil 2'de gösterilmiştir. Burada, oturma sıralarının tamamen dolu olduğu duruma karşın (Şekil 1 alt), büyük sirkülasyon tamamen ters yönde dönüyor (Şekil 2 alt). Bunun tek bir açıklaması, salon tamamen dolu olduğu zaman, ön alt taraf ile arka üst taraf arasındaki sıcaklık farkının yüksek olmasının, sirkülasyon yönünü tayin ediyor olmasıdır. Salonun sadece yarısı dolu, sıcaklık farkları düşük ve hava sevkinin yönü tavandan ise, daha iyi sonuç vermektedir.

"Aşağıdan yukarıya doğru" havalandırma şeklinde; salonun yarısı dolu ve kişiler ön sıralarda oturduğunda; dolu olan oturma sıralarının üzerinde cereyan oluşmakta, bunun sonucu da iki sirkülasyon meydana gelmektedir (Şekil 3 üst). Hava, daha çok tavandaki emiş menfezlerinin önünde yığılmakta ve buradan dönerek oda sirkülasyonunu tamamlamaktadır.

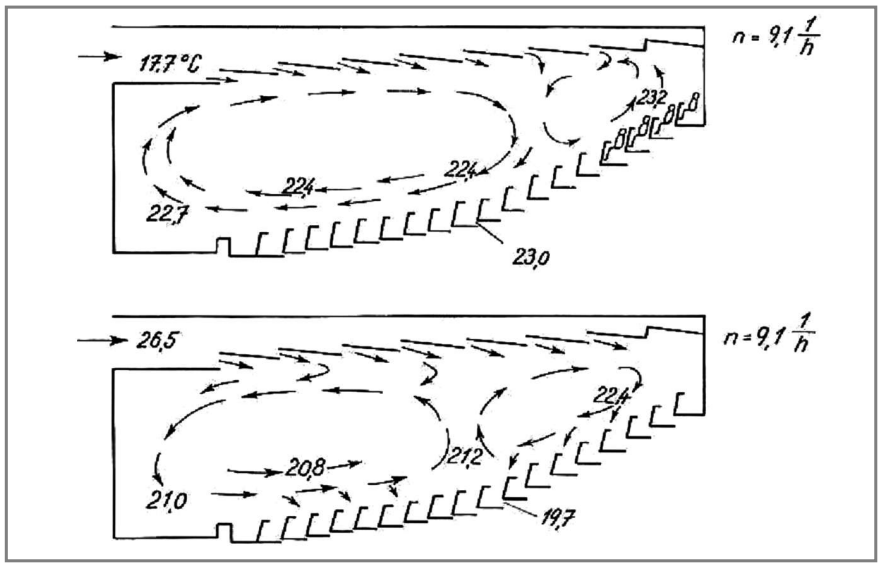
"Yukarıdan aşağıya doğru" havalandırmada; (Şekil 3 alt), Şekil 3 üstteki gibi bir akış şekli olmazsa bile, buna benzer bir durum söz konusudur.

Şekil 4'de, "yukarıdan aşağıya doğru" havalandırmada, en küçük bir değişiklik; soğuk veya sıcak duvarlar, pencere alanları, az sayıdaki kişilerin salonda dağınık oturması, hava sirkülasyonun yönünü tayin edebilir. Şekil 4 alt, Şekil 4 üstte ters yönde dönen iki sabit sirkülasyon oluşmuştur, bunun boş salonun ilk önce uzun süreli olarak soğuması ve daha sonra da sıcak havanın içeriye gönderilmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Buna benzer bir şekil, duvardan transmisyonun yoğun olduğu, soğuk kış koşullarında, salon boş iken de meydana gelebilir. 32 °C'lik içeriye verilen hava sıcaklığı ve 18°C'lik içeriden alınan hava sıcaklığında, sıcak havanın içeriye ilk üflendiği anlarda, odada yukarıdan aşağıya doğru sirkülasyonsuz, düz bir akım meydana gelmiştir.

Kafa yüksekliğindeki hava sıcaklığının, salonlarda önden arkaya doğru arttığı ve bu artışın "yukarıdan aşağıya doğru" havalandırmada daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Ancak 2-3 °C'lik sıcaklık artışları, konforu etkileyebilecek kadar yüksek değildir. Üstelik bu değerler, oda sıcaklık sensörünün en uygun yere yerleştirilmesi için ayrıca önemli olmaktadır.



fiekil 3. *Salon %50 dolu (kifliler salonun ön bölümünde).*



fiekil 4. *(Üst flekil) Salonun üst bölümü %25 dolu (alt flekil) salon bofl.*

Aşağıdan yukarıya doğru havalandırmada, zeminden itibaren kafa yüksekliğine doğru yükselen sıcaklık saptanmıştır. İçeriye verilen hava sıcaklığı ne zaman 17-18 °C'lerin altına düşse, ayaklarda bir soğukluk hissedildiği saptanmıştır. Burada önemli olan, gerekli hava miktarını mümkün olduğunca rahatsız edici bir akım ve rahatsız edici bir gürültü oluşturmadan, koltukların altında oluşturulacak bir boşluktan sevk etmektir. Yukarıdan aşağıya doğru havalandırmada da, içeriye verilen hava sıcaklığı için de bir alt sınır bulunmaktadır. Eğer hava, ortama tavandan çok büyük sıcaklık farkları ile üfleniyor ise, o zaman kişilerin bulunduğu bölgede rahatsız edici soğuk hava akımları oluşabilir. İzin verilen fark, hava girişinin yönüne ve hızına bağlıdır. Bu fark, izleyici salonları için 4 ila 7°C arasında değişmektedir.

Aşağıdan yukarıya doğru havalandırmada, içeriye verilen havanın her bir koltuğa orantılı dağıtılması ve zemindeki ısı depolaması dikkate alınmalıdır.

Yukarıdan aşağıya doğru havalandırma şekli; tavana yakın duvardan nozullarla üfleme, koltuk altlarından emiş şekli ile başarı ile uygulanmaktadır. Ancak bu uygulamada jet nozulların üfleme hızı, üfleme mesafesi ve ses seviyesine dikkat edilmelidir. Yapılan incelemelerden aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Her iki havalandırma şeklinin arasındaki konfor farkları, hacmin şekline, duvarlardaki ısı transmisyonunun büyüklüğüne, odadaki özel ısı kaynaklarının yoğunluğuna, kişilerin sayısına ve bunların oturma şekline bağlıdır. Bu nedenlerden dolayı, her iki havalandırma şeklinin kesinlikle daha iyi olduğu söylenememektedir.

2. Aşağıdan yukarıya doğru havalandırma uygulandığında, dikkate alınması gereken özellikler;

a) Hava miktarı, aşağı yukarı 60 m^3/h kişi.

b) Zemin yapı kütlesinin depolama etkisi mutlaka dikkate alınmalıdır. Ancak işletme zamanında salonun tamamen dolu olduğu kabul edilir ise, o zaman depolama etkisinin hiç bir önemi kalmamaktadır.

3. Arkaya doğru yükselen oturma sıralarının bulunduğu salonlarda, ısıl konforun her bir bölgede aynı düzeyde olması "aşağıdan yukarıya doğru havalandırma" ile daha iyi sağlanmaktadır

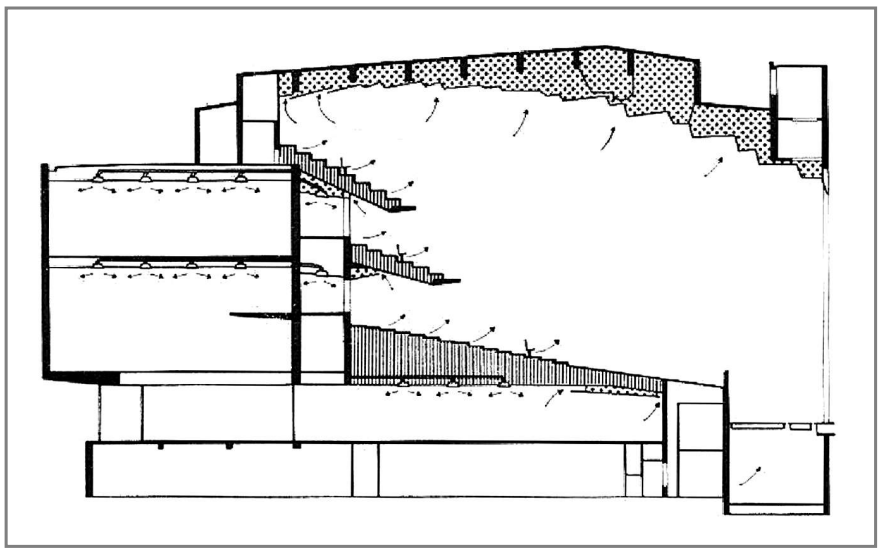
3. Salon ve Sahne Evi

Sahne evinin ısıtılması, özel bir ısıtma tekniği problemidir. Hacim, genellikle izleyici salonundan çok daha büyüktür (gerçi izleyiciler, bunun büyük bir bölümünü göremiyorlar).

Mekanik tesisat mühendisinin en önemli görevi, izleyici salonu ile sahne sıcaklıklarını, en uygun biçimde birbirlerine eşitlemektir. İzleyici salonu genelde ısı kayıplarının düşük olduğu mekanlardır. Buna karşın, sahne evi, kule şeklinde ve her yöne doğru çok sayıda büyük dış duvarları olan yüksek bir yapıdır. Bunun dışında, kulenin üst kısmında, şartnameler gereği, duman kapakları gibi teknik tertibatların bulunması gerekmektedir, fakat bunlar hiç bir zaman sızdırmaz olarak kapatılamadığı için belirli bir miktar soğuk hava içeriye girmektedir.

Eğer sahnedeki sıcaklık, izleyici salonuna nazaran daha düşük ise, sahne perdesi yukarıya kaldırıldığında, sahneden izleyici salonuna doğru soğuk hava akımı yayılır. Bu soğuk hava, rahatsız edici hava akımlarının oluşumuna neden olmaktadır. Sahne ve izleyici salonu arasında bulunan orkestra çukurunda, hava akımlarına karşı hassas olan müzisyenler, gösteri esnasında kısmen fiziksel olarak zorlandıklarından dolayı terliyorlar. Bu soğuk akımlar, onların hastalanmasına ve seslerinin kısılmasına neden olabiliyor.

İkinci bir problem ise, şiddetli hava hareketlerinden dolayı, tiyatro tekniği işletmesindeki hafif perdelerin dalgalanmasıdır.



fiekil 5. *Salon ve fuaye boyuna kesit (Berlin Opera Binas›).*

Bu yüzden; ısıtma alanları doğru yerde tesis edilerek sıcaklıklar dengelenmeli, dolayısıyla da herhangi bir basınç farkının meydana gelmesi önlenmelidir. Bu yüzden sahne evi ısı gereksiniminin yaklaşık 2/3'ü, kulenin üst kısmına yakın tesis edilmelidir.

İzleyici salonundaki sıcak havanın, ön sahneden yüksek sahne kulesine doğru akın etmesini önlemek için, sahne evi çok az yüksek basınç altında tutulmalıdır. Hareket eden havanın her türlü gürültüsü önlenmeli, sahnenin üzerindeki hava hızı, kesinlikle bir mumun alevini şiddetli bir şekilde hareket ettirmemelidir.

İzleyici salonuna verilen hava sıcaklığı, oda hava sıcaklığından yaklaşık 3-4 °C daha düşük olarak içeriye üflenerek, salon sıcaklığının yükselmesi engellenmeli ve bu değerlerin, ± 0,5 °C'lik bir ayar toleransı ile temin edilmesi sağlanmalıdır.

Salon hava sıcaklığının yükselmesinin ana sebebi, izleyicilerden yayılan ısıdır. İçeriye üflenen daha soğuk hava, salon havası ile yeterince karışamadığı için, sayısı 1000'in üzerinde olan izleyicilerin üzerindeki bir bölgede, (şiddetli sıcak hava sirkülasyonunun olduğu yerde toplanıp) zaman zaman önceden belirlenemeyen bir yere düştüğü saptanmıştır. Bu durumu tarif etmek için, ilk önce sürekli içeriye verilen daha soğuk havanın, bir soğuk hava yastığı oluşturduğu ve bu yastığın ağırlığı belirli bir süre sonra, yukarıya yükselen sıcak hava akımına karşı arttığından dolayı aşağıya düştüğü düşünülmelidir.

Sakin bir şekilde oturan yetişkin insan, iç sıcaklığa bağlı olarak 60-80 Watt ısı yayar. Bu ısı miktarının yanı sıra, kişilerin nefes alması ve terlemeden dolayı, nem de meydana gelmektedir. Kişi başına saatlik yaklaşık 60 g su buharlaşıyor. Bu, 1000 kişilik salonda 60 l/h'lik bir su miktarına denk gelmektedir. Salonlarda duyulur ısı oranı genelde küçük çıkmaktadır. Buna dış hava bağıl neminin yüksek olduğu şartlar da eklenirse, ortamı tavsiye edilen bağıl neme getirebilmek için, yaz ısıtması gerekebilecektir.

İnsanların kendisini rahat hissetmesi, sağlık ve psikolojik durum gibi diğer faktörlerin yanı sıra, sıcaklığa ve hava nemine de bağlıdır. İzleyici salonu için konfor bölgesi, 22 ve 25 °C arasında bulunuyor. Relatif hava nemi, yaz aylarında % 60'ın üzerine çıkmamalıdır. Kış ayları için, aşağı yukarı % 40'lik bir alt sınır tavsiye edilmektedir. Eğer insanları çevreleyen hava, bu konfor bölgesinin içinde bulunmuyor ise, o zaman rahatsız edici olacaktır.

İzleyicilerinde belirgin bir şekilde hissettiği hava akımları, her zaman konforsuzluk olduğu anlamına gelmez. Fakat bazı bölgelerde meydana gelen bu cereyan engellenememektedir. Özellikle balkon ile zemin kat arasında bu fark çok kritiktir. Eğer bu iki hacmin havalandırma tesisleri birbirinden ayrı olarak gruplandırılır ise, o zaman sadece sınır bölgelerde, kontrol edilemeyen ve konforlu olmayan hava değişimleri meydana gelecektir (Şekil 5).

İçeriye verilen havanın dağılımı itina ile yapılmalı ve çıkış hızı düşük seçilmelidir. Eğer çıkış hızı düşük değil ise, o zaman izleyiciler hava akımından anında etkileneceklerdir.

Hacimde pozitif bir basınç yaratılarak, fuaye kapılarından, salona soğuk havanın girmesi engellenmelidir.

İzleyici salonlarından alınan hava, karışım havası olarak tekrar kullanılabildiği gibi, izleyici evinin tüm diğer tesisleri için de kullanılabilir. Örneğin, izleyici salonu gösteri esnasında sadece dış hava ile havalandırıldığında, içeriden alınan hava karışım havası olarak fuayelere tekrar verilebilir, çünkü gösteri esnasında bu odalarda hemen hemen hiç kimse bulunmaz, fakat aralar için sıcaklıklar belirli bir seviyede tutulmak zorundadır.

Sahne evinin; aydınlatması ve dekor hareketlerini sağlayan motorları için büyük miktarlarda kuruluş elektrik gücü ayrılmaktadır. Sahne uzmanı ile görüşülüp, ısı kazançları hesaplarında en uygun eş zaman faktörünün tespit edilmesi gerekir. Şartlandırılmış hava, sahnenin alt kısmından verilip, aydınlatma elemanları ile motorların hemen yakınlarından çekilmelidir.

Konser salonlarında, özellikle orkestra provaları ve müzik çekimleri esnasında, havanın yeterince yenilenmesini sağlamalı ve hatta tesis işletme halinde olmadığı zamanlarda, özellikle Org için gerekli sıcaklık ve hava nemini temin etmelidir.

4. Fuaye

Tiyatroların ısıtılmasındaki bir diğer kritik bölge fuayelerdir. Bunlar genellikle, büyük cam alanlarından oluşur. dolayısıyla lokal ısıtma alanlarının kurulması, mutlaka mimar ile birlikte planlanmalıdır. Genelde büyük cam kitleleri altına yerleştirilen serpantinli ısıtıcılar fuaye için hem statik ısıtma, hemde cam yüzeylerde olası yoğuşmayı önleyecektir. Genelde kısa süreli olarak kullanıldığından, ısıtma havalandırma, pahalı olmaktadır. Buna rağmen oda sıcaklığı, gün boyunca yeterli seviyede bulundurulmak zorundadır. Kişiler; kısa süre yüksek pencereler yanında bulunduğundan, büyük cam yüzeylerinden dolayı meydana gelen cereyan üzerine, herhangi bir şikayet gelmemektedir. $m^{2'}$ ye 2 kişi düşebilen bu mekanlarda fuayenin sadece belirli bölümlerinde sigara içilmesine izin verilmektedir.

5. Gifle, Vestiyer

Girişlerde ve vestiyerlerde lokal ısıtma alanlarının tesis edilmesi için genellikle yer yoktur. Daima dış hava ile temas halinde olan ve binaya girişi sağlayan gişe salonuna, zeminden ısıtma tesisatı önerilmektedir. Yağışlı havalarda izleyicilerin ayakkabılarından dolayı ıslanan zemin, yerden ısıtma ile perde arasına kadar çok hızlı kurumaktadır.

Sıcak havanın sürekli bir basınçtan dolayı yukarıya çıkması, özellikle fuaye, gişe salonu ve vestiyerlerde cereyan oluşumuna sebebiyet vermekte, genellikle alt kattaki mekanlarda ısınma problemi yaşanmaktadır. Bu yüzden, yerden ısıtma çok uygun olmakta, tüm mekanlara eşit mesafelerde dağıtılarak döşendiğinden, orantılı ısıtma sağlayabilmektedir. İşletme ekonomisi açısından gişe salonunun kademeli/oransal fanlarla işletilmesi düşünülebilir.

6. Prova Odalar›

Sahne evinin çevresinde bulunan prova odaları, izleyici salonlarından daha çok kullanılmaktadır. İzleyici salonu için konfor şartları bu mekanlar içinde geçerlidir. Prova yapan kişiler bu esnada son derece konsantre olmuş bir şekilde çalışmalarını sürdürürler ve çalışmaları fiziksel olarak çok yorucudur. En hafif cereyan oluşumu hem odayı kullanan kişiler hem de tesisi işletenler için büyük ölçüde rahatsızlık verebilir.

7. So¤utma

Burada 0,7'lık bir eş zaman faktörü esas alınabilir, çünkü izleyici evi tamamen işletme halinde olduğunda, prova salonları, atelye gibi mekanlar normalde çalışmamaktadır. Bunun yanı sıra, en sıcak ay olan Ağustos ayında ise tiyatrolar tatil edilmektedir.

Maksimum soğutma ihtiyacı 32°C'lik dış sıcaklık ve 26°C'lik oda sıcaklığında kişi başına aşağı yukarı 200 - 250 W civarındadır.

8. ‹fllletme Tecrübesi

Bir iklimlendirme tesisinin hava sevki ne kadar iyi ise, kendisi de o kadar iyidir, bunun anlamı ise, her parçası doğru hesaplanmış ve klima santralı doğru çalışıyor olsa dahi, eğer izleyici salonundaki hava girişi ve emişi üzerine şikayetler geliyor ise, iklimlendirme tesisinin iyi olduğu söylenemez. Planlama doğru yapıldığında, salondaki hava dağılımından kaynaklanan şikayetler genelde az olmaktadır. Bazen erkekler, çok sıcak olduğunundan şikayet edebilmektedirler fakat bu durum için genelde bir önlem alınmamaktadır, çünkü ortalama hacim sıcaklığı daha ince giyinmiş olan bayanlara göre seçilmektedir. Erkeklere nazaran kadınlar, 1 - 2 °C'lik daha yüksek sıcaklık tercih etmektedirler. Yaşlı insanların ısı ihtiyacıda genç insanlardan daha fazladır. Bu nedenlerden dolayı, her bir izleyici için konforlu iklimlendirmenin sağlanması, çok zor olmaktadır.

Sıcaklık kayıtlarından alınan veriler, içeriden alınan hava sıcaklığının, gösteri başlangıcında belirgin bir şekilde arttığını göstermiştir. Bu durumun dışında başka bir sıcaklık artışı meydana gelmemektedir. İçeriden alınan hava sıcaklığı, kişilerin bulunduğu bölgedeki hacim sıcaklığının ifadesi değil, sadece tavan altındaki sıcaklığın göstergesi olmaktadır. Burada, aydınlatmalardan yayılan ısı, kendisini hissettirmektedir.

Bazen birinci kat balkon ilk sıralarından, cereyan oluşumu üzerine bazı şikayetler alınmaktadır. Yapılan deneylerde, eğer balkona verilen hava sıcaklığı zemin kat sıcaklığından yaklaşık 1°C daha yüksek ise, cereyan oluşmamaktadır. Bu durum, balkona verilen havanın, zemin kattan tavana doğru yükselen hava sıcaklığına yaklaşık olarak, eşitlenmesi gereği ile açıklanabilir, çünkü göreceli olarak daha serin olan balkona verilen hava, balkon parapeti üzerinden zemin kata doğru akmaktadır.

Sahnedeki tozun giderilmesi veya havalanmaması da bir işletme problemi olmaktadır. Bu yüzden sahneye pülverize su tesisatı yerleştirilmektedir. Bu su hattı aynı zamanda sahne efektleri ve buhar elde edebilmek için de kullanılmaktadır.

9. ‹fllletme Detaylar›

Tiyatrolardaki işletmeler üzerine yapılan detaylı araştırmalar neticesinde, genelde tiyatroların repertuarı zarar ile çalıştığı saptanmıştır. Bu sebeblerden dolayı, bir tiyatronun yapımında, mümkün olduğunca kolay işletilebilir ve tasarruflu çalışan bir tesisin kurulmasına özen gösterilmelidir. Zamana uygun olarak, yapımcı ve yapıyı tasarlayan mimarlar genellikle, bütün bina için tam iklimlendirme tesisi öneriyor. Ancak, böyle komplikasyonlu bir tesisin gerçekten kusursuz bir şekilde işletilmesi için oldukça yüksek maliyetleri karşılayabilecek durumda, çok az tiyatro vardır.

Bu yüzden, tiyatrolarda tam iklimlendirme sistemlerinin gerçekten gerektiği biçimde işletilip işletilmediği, incelenmelidir. Bu arada tiyatroların, en elverişsiz aylar olan Temmuz ve Ağustos'ta zaten kapalı olduğu veya normalde sadece akşamları gösteri düzenlendiği unutulmamalıdır. Yaz aylarında,

gündüz saatlerine göre oldukça serin dış hava ile yapılacak "gece havalandırması" tiyatroyu gündüz saatlerine hazırlayacaktır. Akşam saatlerinde serin dış hava ile havalandırma "free cooling" işletme masraflarını azaltacaktır. Bir tiyatroda havanın çok fazla soğutulması, bu makalenin yazarına göre, gösteriyi gerçekleştiren sanatçılar için, tıbben ispatlanabilir bir tehlike oluşturmaktadır, sıcak dış ortamdan binaya girildiğinde, soğuk havanın teneffüs edilmesi, insanların sesinin kısılmasına neden olabilmektedir. Sanatçıların izleyicilere oranla çok daha büyük hava miktarları teneffüs ettikleri ve bu çok büyük sıcaklık farklarının ses tellerini tahrip ettiği dikkate alınmalıdır.

İşletmeyi rasyonel bir hale getirmek için, büyük odalar, özellikle izleyici salonu ve sahne evi gündüzleri ve provalar esnasında, odalarda bulunan kişi sayısı az olduğunda, karışım havası ile şartlandırılır. İzleyiciler binaya girdiğinde ve gösterim süresi boyunca, genellikle sadece taze hava gerekmektedir (Tablo 1).

ODA ‹SM□	Hava de¤iflim say›s› h^{-1}
‹zleyici salonu	
İzleyici salonu, zemin kat yerleri	8
İzleyici salonu, 1. ve 2. balkon	8
Fuaye zemin kat Yerleri	4
Fuaye balkon	4
Konser salonu	8
Podyum	8
Orkestra	7
Vestiyer	4
Gişe salonu	6
Gişeler	10
Projeksiyon odası	10
Lojalar	7
Sahne evi ve yan odalar	
Prova sahnesi	10
Orkestra prova salonu	10
Koro prova salonu	10
Müzik enstrümanlarının akort odası	10
Bale prova salonu	10
Kostüm odası	5
Kıyafet prova odası	15
Kontrol ünitesi	10
Orkestra şefi odaları	6
Enstrüman deposu	9
Rejisör	6

Tablo 1. *Çeflitli mekanlar için yaklafl›k hava de¤iflim say›lar›.*

Oda ismi□	Ses seviyesi □	dB(A)Max.
Kayıt stüdyoları		10
Koro çalışma odaları	20	
Konser salonları		20
Opera salonu	20	
Sahne	30	
Tiyatro		25
Sinema	35	
Fuaye	35	
Kafe, restoran	35	
Semine salonları		40
Atölye	40	

Tablo 2. *Çeflitli mekanlar için ses seviyeleri dB(A).*

10. Akustik Önlemler

Bu tür yapılarda, özellikle sahne havalandırma tesisinin, gürültüsüz çalışması için, yüksek talepler şart koşulmuştur (Tablo 2). İzleyici salonu ile sahne havalandırma tesisleri, ses yutucularla donatılmalıdır. Motor ve fanlar, genelde olduğu gibi, titreşim alıcılar üzerine kurulmalıdır. Cihazlar bir yüzer döşeme üzerine monte edilmelidir. Titreşim iletimi, boru, kanal ve ekipman montajlarının bina strüktüründen ayrılması sağlanmalıdır. Ayrıca izleyici salonu içindeki kanal hızları 5 m/sn'yi geçmemelidir. Perde arasında dinlenme odaları ile izleyici salonu arasında bulunan tüm kanallara, ses yutucuları konulmalıdır, çünkü gösteri esnasında bu odalarda bulunan personellerden rahatsız edici gürültülerin, hava kanalları üzerinden izleyici salonuna yayılmaması gerekmektedir.

Ayrıca, mekanik cihazlardan gelen dış seslere (örneğin soğutma kulesi, soğutma grubu, taze hava ve egzos panjurları) karşı önlem alınmalıdır.

11. Kaynaklar

[1]. W. Krüger und W. Salzwedel, Heizungs, Luftungs-und buhnentechnische Einrichtungen der Oper in Berlin. Gesundheits Ingenieur 84 heft 12, S. 349.

[2]. W. Linke, Luftung von oben nach unten oder umgekehrt? Gesundheits Ingenieur 83 heft 5, S. 122

[3]. G. Schuster, Klimaeinrichtungen in einem Theater. Klima technik 3 heft 7, S. 3.

[4]. L.Eser, Die Klimaanlage für den Zuschauer- und Orchesterraum des Nationaltheaters München. Klima technik 6 heft 8, S. 3.

[5]. Recknagel-Sprenger-Schramek, Taschenbuch für Heizung und Klimatecnik

[6]. W.Raiss und E.Sprenger, Luftungstechnische Anlagen in der Neuen Philharmonie Berlin. Gesundheits Ingenieur 85, heft 3, S. 67.

[7]. Ihle, Claus, Klimatechnik mit Kaltetechnik S.307.

[8]. Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, Handbuch der Klimatechnik Band-1 S.284

[9]. ASHRAE Aplication 2003 - 4.4.

Yazar;

Ayhan Razgat,

1959 ‹negöl do¤umludur. ‹lkö¤retimi ‹negöl'de orta ö¤retimi Ankara'da tamamlam›fl, Gazi Üniversitesi Makine Mühendislik Bölümünden 1983 y›l›nda mezun olmufltur. ‹fl yaflam›na 1982 y›l›nda Hasal Mühendislik A.fi.'de baflam›fl, 1987 y›l›nda Razgat Mühendislik A.fi.'yi kurmufl, ve halen Razgat Müh. Müfl. Ltd. fiti.'de devam etmektedir. Makina Mühendisi üyesidir. TTMD 1997/1998 -1999/2000 y›llar› aras›nda TTMD genel sekreterlik yapm›fl olup, TMMMB, ASHRAE üyesidir.

Yer Altı Raylı Sistem İstasyonlarında Isıtma, Havalandırma, Klima Tesisatı Tasarımı

Ethem Özbak›r; *Mak. Yük. Müh.*
TTMD Üyesi

ÖZET

Yo¤un kent merkezlerindeki ulafl›m talebindeki art›fl, hafif rayl› sistem ve metro, olarak nitelenen genellikle yer alt› güzergah› ve istasyonlar›n› kullanan rayl› sistemleri zorunlu k›lmaktad›r.

Yer alt› rayl› sistem istasyonlar›n›n, ifllevlerini uygun flekilde yerine getirmesi ve ayn› zamanda yolcular›n ve personelin konforunu sa¤lamas› için bir dizi ›s›tma, havaland›rma ve klima tesisat› ile donat›lmas› gerekir.

Bu yaz›, yer alt› rayl› sistem istasyonlar›nda, acil havaland›rma tesisat› hariç, ›s›tma, havaland›rma ve klima sistemlerini incelemektedir. Önce, istasyonlarda bulunan mahaller k›saca tan›mlanarak ›s›tma, havaland›rma, klima gereksinimleri aç›klanm›flt›r. Daha sonra, kullan›labilecek tesisat sistemleri irdelenerek elektriksel ve elektronik odalar ile personel mahalleri ve ›slak hacim tesisat planlar›ndan örnek verilmifltir. Son olarak, ›s›tma, havaland›rma, klima tesisat tasar›m›nda yararlan›labilecek kriterler özetlenmifltir.

Design of Heating, Ventilating, Air Conditioning Installation in Underground Railway System Stations

ABSTRACT

Increase in the demand of transportation at dense city centers enforces railway systems which generally use underground routes and stations; named as LRT or metro systems.

To function properly and also to provide comfort for passengers and staff, underground railway system stations should be equipped with a series of heating, ventilating and air conditioning installation.

This paper examines heating, ventilating and air conditioning system (except emergency ventilation) of underground railway stations. First, spaces of the stations are briefly defined and their requirements of heating, ventilating, air conditioning are explained. Then, applicable installation systems are examined and sample designs for electrical and electronic rooms, staff rooms and wet cores are given. Finally, criteria which might be used to design heating, ventilating, air conditioning is summarized.

1.Girifl

Nüfusu kalabalık olan kentlerde ulaşım sorunun çözümü özel ilgi gerektirir. Düşük nüfuslu yerleşim yerlerinde yaya hareketi, özel oto, ticari taksi ve minibüsler kent içi ulaşım gereksinmesini karşılarken, yolculuk talebinin artması ile bu türler yetersiz kalmaktadır. Belirli koridorlara yığılan yüksek yolculuk taleplerini karşılamak üzere otobüs, körüklü otobüs, otobüs özel yolu ve raylı sistem gibi sistem ve türlerin kullanılması zorunlululuk haline gelmektedir.

Tramvay, hafif raylı sistem, metro ve banliyö treni gibi farklı kapasite eşiklerinden oluşan raylı sistemlerden özellikle hafif raylı sistem ve metroların kent merkezi içindeki istasyonları; mevcut trafik yollarını etkilememek, kamulaştırma bedellerinden kaçınmak ve kentsel mekan estetiği gibi kriterler nedeniyle yer altında planlanmakta ve inşa edilmektedir.

Son yıllarda büyük kentlerimizin gündeminde raylı sistem yatırımları, dolayısıyla yer altı güzergah ve istasyonları önemli bir yer tutmaktadır.

Yer altı raylı sistem yapıları "tünel" ve "istasyon" olarak farklı özellikleri olan iki bölüme ayrılabilir. Bu yazının konusu olan yer altı raylı sistem istasyonlarında değişik gereksinmeler nedeniyle IHK (Isıtma, Havalandırma, Klima) tesisatı tasarlanmaktadır.

2. Yer Alt› ‹stasyonlar›n›n Çevresel Konfor Gereksinmeleri

Kapalı her mekanda olduğu gibi yer altı istasyonlarında da, hava sıcaklığı, nem oranı, koku, hava kalitesi ve hızı çevresel konfor için üzerinde durulması ve belli limitler içinde tutulması gereken parametrelerdir.

Elektrik enerjisi ile çalışan vagonların yaydığı ve iyi kontrol edilemeyen ısı enerjisi yolcular için konforsuz ortam yaratmanın yanı sıra ekipmanların ömrünü kısaltmakta, bakım-onarım gereksinmesini artırmaktadır [1]. Öte yandan tünel tavanı ve duvarlarından sızan ve önlemeyen zemin sularının neden olduğu nem, hava hızı, hava basınç değerlerindeki değişme, üzerinde durulması gereken diğer faktörlerdir. Bu faktörler mevsim, gece-gündüz, trafik yükü, işletme frekansı vb. etkenlere göre sürekli değişiklik göstermektedir.

Yolcu rahatlığı için çevresinin sıcaklığı, nemi, kokusu ve havalandırmanın neden olduğu hava akımının rahatsızlık vermeyecek düzeyde olması gerekir [2].

Yolcuların konfor gereksinmesi dışında, istasyonda çalışan personelin ve ekipmanın gereksinmeleri de ısıtma, havalandırma, klima tesisatı açısından üzerinde önemle durulması gereken diğer hususlardır.

3. Yer Alt› ‹stasyonlar›nda Bulunan Mahaller ve IHK Aç›s›ndan De¤erlendirilmeleri

Yer altı raylı sistem istasyonları, lastik tekerlekli araçlara hizmet üzere tasarlanmış bir yer altı istasyonundan / terminalinden, gerek sahip oldukları mahaller, gerekse IHK gereksinmeleri açısından çok büyük farklılıklar gösterirler. Bu nedenle yer altı raylı sistem istasyon yapılarında bulunan mahalleri, çevresel konfor gereksinmelerini ve uygulanabilecek sistemleri daha yakından tanımak gerekir.

Yer altı sistem istasyonlarında bulunan mahaller işlevleri ve tesisat özelliklerine göre üç ayrı gruba ayrılabilir [3].

3.1. Yolcuya Aç›k Mahaller

Peronlar, bilet holü ve varsa ara katlardaki kontrollü ve kontrolsüz alanlar, iniş/çıkış merdivenleri ve geçitler bu başlık altında toplanabilir. Bu mahallerin ortak özelliği; vagonların hareketinden doğrudan etkilenmeleri ve dış hava ile direk bağlantılı olmalarıdır. Özellikle peronlar yaz-kış vagonların yaydığı ısı ve partikül ile insanlardan ve aydınlatma tesisatından kaynaklanan ısı kazançlarının etkisindedir. Bu mahallerin toprakla temaslı dış duvarları / betonarme perdeleri oluşan ısıyı toprağa transfer ederek olumlu bir işlev görmekte ise de sabah akşam yoğun saatlerde ve özellikle yaz aylarında, bu mekanizma yetersiz kalmaktadır. Bu mekanlar genellikle dış ortam havasının içeri alındığı ve iç ortam havasının dışarı atıldığı "doğal" yöntemle havalandırılmakta ve

soğutulmaktadır. Yöntem trenlerin tünel içinde işletme sırasında yarattığı "piston etkisi"ne dayanmaktadır.

Çok farklı tasarım seçeneği bulunmakla beraber, genellikle istasyonların iki ucunda dış havaya açık ve yaklaşık tünel en kesiti alanına sahip düşey şaftlar oluşturulmaktadır. İstasyona yaklaşan trenin önünde oluşan pozitif basınç; tünel ve istasyon içindeki sıcak ve kirli havayı yakın şaft, istasyon giriş/çıkışları ve diğer açıklıklardan dışarı atmaktadır. İstasyondan hareket eden trenin arkasında oluşan negatif basınç ise aynı açıklıklardan dış havanın içeri alınmasını sağlamaktadır.

Piston etkisi, tabii zeminin iki-üç kat altındaki peron mahallerini 5-6 dakika frekansla çalışan "normal işletme" koşullarında yeterli hava gereksinmesini karşılayacak yeterliktedir.

Peron ve halka açık mahallerde hava hızı olarak 4.5 m/s tercih edilmeli, ancak bu değer 7 m/s'yi geçmemelidir [4].

İşletme sorunları, tren gecikmeleri ve ani yolcu yığılmaları sonucunda "sıkışık işletme" durumu oluşabilir. Bu durumda trenler tünel içinde veya istasyonlarda, yolcularda tren içinde veya peronlarda kalabalık şekilde bekleyeceklerdir. Bu koşullar havalandırma ve soğutma gereksinmesini sağlayacak piston etkisini büyük ölçüde ortadan kaldıracaktır. Doğal havalandırmanın yetersizliği " mekanik havalandırma"yı zorunlu kılacaktır.

İstasyonlarda "acil durum işletmesi" ise genellikle tren yangınları sonucunda yolcuların güvenlikle tahliyelerini ve acil durum personelinin rahat müdahalesini sağlayabilmek amacıyla dumanın uzaklaştırmasını kapsar. Dumanın uygun havalandırma şaftlarına yönlendirilmesi ve istasyon dışına atılması şüphesiz ki " mekanik havalandırma" yı tekrar gündeme getirmektedir.

Genel kabul gören tasarım yaklaşımına göre istasyonlarda " sıkışık işletme" ve "acil durum işletmesi" için iki ayrı mekanik havalandırma tesisatı yerine tek bir sistem kurulması daha ekonomik olabilir. Bu yaklaşıma göre sistem daha büyük hava debisi gerektiren acil durum işletmesine göre tasarlanır ve fan değişken devirli seçilebilir. Sıkışık işletme durumu ortaya çıktığında fan devri düşürülerek aynı menfez ve hava kanalları peronun havalandırılması ve soğutulmasında kullanılır. 10-60 m^3/s kapasiteli tünel fanları [5] çift yönlü seçilerek acil durumda yangının yeri ve tahliye yönü dikkate alınarak üfleme veya egzoz amaçlı çalıştırılırlar.

Yukarıdaki açıklamalar şüphesiz ki tren frekansının çok yüksek olmadığı ve sıcaklığında çok aşırı olmadığı ülkemiz ve daha kuzey enlemindeki ülkeler için geçerlidir. İki tren arasındaki sürenin 90 saniyelere düştüğü yoğun işletmelerde ve tropikal iklimlerde istasyonların dış hava ile soğutulması hemen hemen olanaksız olduğundan, istasyonlarda da klima tesisatı uygulanması ve bu nedenle de dış ortamdan alınacak hava miktarının temiz hava gereksinmesi miktarı ile sınırlandırılması gerekir.

İstasyonların yangın tesisatı bu yazı kapsamına girmediğinden peronların mekanik havalandırma tesisatında daha fazla ayrıntıya girilmeyecektir.

3.2. Elektrik ve Elektronik Odalar

Raylı sistem istasyonlarının işlevsel mahallerinin başında elektrik ve elektronik odalar gelir. Bu odalar yer altı istasyon yapılarını küçültmek ve inşaat maliyetlerini düşürmek için yerüstünde yapılmak istenir. Ancak çoğu kez güzergahta bu amaca uygun yer bulamama, kamulaştırma ve görsel faktörler nedeniyle söz konusu mahaller istasyonların içinde ve inşaat maliyetleri ile montaj / demontaj kolaylıkları nedenleri ile genellikle zemine en yakın kotta düzenlenmeye çalışılır.

Trenlerin çalışması için gerekli enerjiyi sağlayan redresör / cer trafoları, istasyon iç ihtiyaç trafoları, O.G pano, O.G. kompanzasyon, A.G. pano, akü ve bu odaların gazlı söndürme tüplerinin konulacağı yangın tüp odaları " elektriksel oda" lar olarak gruplanabilir.

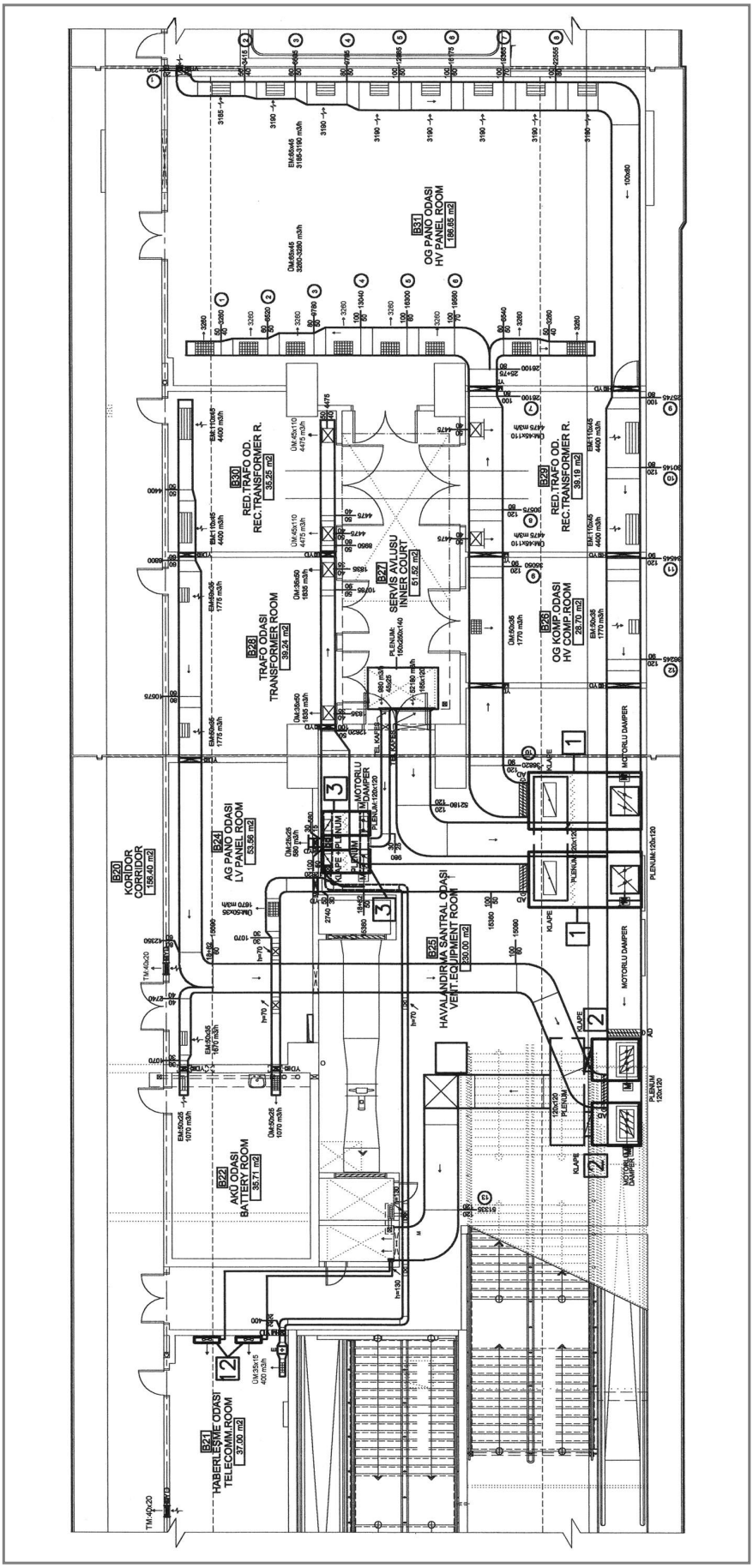
Bu odaların içinde personel bulunmaz. Personel sadece bakım-onarım amacıyla bu odalara girer. Bu nedenle mahallerin temiz hava gereksinmesi yok kabul edilebilir.

Adı geçen mahallerin ısıtma gereksinmesi de yoktur. Zira yangın tüp odaları hariç diğer odalarda çalışırken ısı yayan elektrikli cihazlar mevcuttur ve sıcaklık hiçbir zaman kritik en düşük sıcaklık olan 5°C altına düşmez.

Bu odaların asıl sorunu tam tersine mahal sıcaklığının düşürülmesidir. Zira elektriksel cihazların çalışma sürekliliğinin sağlanabilmesi için ortam sıcaklığının 40°C üstüne çıkmaması gerekir.

Tropikal iklimlerde hava kanalsız klima cihazları ile soğutma uygun çözüm iken ülkemizde havalandırma tesisatı ile soğutma ilk yatırım ve işletme giderleri açısından ekonomik olmaktadır.

Elektrik odaları havalandırma tesisatı dış ortamdan alınan temiz havanın bir kaba filtreden geçirilip vantilatörlerle basınçlandırılıp hava kanalları ve menfezlerle mahallere üflenmesi ve aynı mahallerden menfezler, hava kanalları ve aspiratörle emilecek ısınmış havanın dış ortama atılmasından oluşabilir.



fiekil 1. *Elektrik ve elektronik odalar IHK plan›.*

Oda termostatları ile kumanda edilecek sistem herhangi bir odada mahal sıcaklığı 40°C' a çıktığında devreye girecek, sıcaklık 35°C'ye indiğinde duracaktır. Bu yaklaşımda o an soğutma gereksinmesi olmayan mahallere de hava üflenecek ve emilecektir, ancak elektrik tüketiminin kısmen artması dışında teknik bir sakınca söz konusu değildir. Alternatif çözüm her mahallin üfleme ve emişinin VAV kutuları ile kontrol edilmesi ve fanların frekans kontrollü olarak seçilmesidir. İkinci çözüm, ilk yatırım giderinin yüksekliği ve VAV kutularına yer bulma sorunu nedeniyle tercih edilmeyebilir.

Akü odası nötr, yangın tüp odası eksi basınçta tutulurken, diğer odalarda cüzi bir artı basınç yararlı olacaktır.

Büyük miktarda ısı yayan redresör/ cer trafo ve iç ihtiyaç trafo odalarında temiz/ soğuk havanın döşeme seviyesinden üflenmesi, kirli /ısınmış havanın tavan seviyesinden emilmesi tasarımda dikkate alınması gereken bir başka husus olarak belirtilebilir. Diğer mahallerde böyle bir önlem gerekmez.

Fanlarda çıkabilecek, herhangi bir sorun işletmeyi durduracağından vantilatör ve aspiratörlerin birer asıl ve birer stand-by olarak tesisi ve mahalli çalışma yanı sıra SCADA tarafından izlenme ve kumanda olanağı bulunması bir zorunluluktur.

İstasyonlarda haberleşme ve sinyalizasyon ekipmanlarının konulduğu mahaller ise "elektronik oda"lar olarak gruplanabilir. Bu odalarda, bilgisayar sistem odaları özelliğinde ısıtma, havalandırma, klima koşulları sağlanmalıdır. Yaz-kış sabit sıcaklık, nem kontrolü, artı basınç ve daha yüksek tozsuzluk belli başlı koşullardır.

Ortam özelliklerini sağlamak üzere farklı çözümler geliştirilebilir. Bir çözüm, basınçlandırmanın dış ortamdan alınan temiz havanın kaba ve ince filtrelerden geçirildikten sonra vantilatörle basınçlandırılıp hava kanalları ve menfezler yardımı ile mahallere üflenmesi, düşük miktardaki egzoz havasının ise motorlu yangın damperli transfer menfezleri yardımı ile koridor vb. mahallere atılması ve mahallin split tip klima cihazları ile soğutulmasıdır. Bu çözümde kış aylarında üflenen havanın ortam tasarım sıcaklığına kadar ısıtılabilmesi için her mahal için bağımsız oda termostat kontrollü elektrikli kanal tipi ısıtıcılar önerilebilir. Aynı havalandırma santralı, A.G. pano odasına sürekli temiz hava sağlama ve artı basınçta tutma işlevini de üstlenebilir. Elektriksel odalarda açıklanan aynı gerekçeyle bu vantilatörlerin de birer asıl ve birer stand-by olarak tesisi ve mahalli çalışma yanı sıra SCADA tarafından izlenmesi ve kumanda edilebilmesi sağlanmalıdır.

Redresör trafolu bir istasyonun elektriksel ve elektronik odalarının ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımına ait bir örnek Şekil 1'de sunulmuştur.

3.3. Personel Odalar› ve Islak Hacimler

Raylı sistem standart istasyonlarında görev yapacak personelin kullanacağı zorunlu odalar; istasyon kontrol, bilet gişesi, sağlık/ ilk yardım, güvenlik personel ve personeldir (dinlenme, yemek). Hattın başlangıç ve bitiş istasyonları ile birden çok raylı sistemin kesiştiği aktarma istasyonlarında ayrıca sürücüler için bekleme ve dinlenme odaları öngörülebilir. İstasyonlarda ayrıca yatırımcı beklentisi ve isteğine göre su, doğalgaz vb. belediye hizmetlerine ait başvuru, danışma ve satış mahalleri ile büfeler bulunabilir.

Öte yandan istasyonların temizliği için temizlik/ paspas odaları ile personel ve yol-cuların kullanımı için WC' ler düzenlenmek zorundadır.

Bu bölüm kapsamındaki odalarda konfor koşullarının sağlanması için ısıtma ve havalandırma tesisatı şarttır. Yakıt sorunu ve yangın riski nedeniyle mahal ısıtmasında en uygun sistem elektrikli ısıtıcılardır. Oda tipi veya kendinden termostatlı duvar tipi sabit elektrikli ısıtıcılar en ekonomik çözüm olabilir.

Bilet, su ve doğalgaz satış ile büfelerinin küçük de olsa kontrolsüz alana açıklıkları bulunduğundan bu mahallerin havalandırma tesisatının diğer mahal havalandırma sistemlerinden ayrılmasında yarar vardır. En pratik çözüm duvar tipi aspiratör kullanmaktır.

Diğer mahaller ise içinde personel çalışan odalar ile WC'ler ve temizlik/ paspas odaları olmak üzere iki ayrı sistemle havalandırılabilir. Söz konusu ıslak hacimlerde yalnız hava kanallı egzoz sistemi yeterli iken, personel çalışan odalarda personel sayısı, dış ortam koşulları ve bu odaların dış ortam havasından yararlanabilme faktörlerine bağlı olarak yalnız hava kanallı egzoz sistemi veya hava kanallı egzoz ve hava kanallı üfleme sistemleri kombinasyonu birlikte tasarlanabilir.

Bu mahallerde klima tesisatı gereksinmesi; radyasyondan ısı kazancı olmadığından, personel (genellikle bir, nadiren iki kişi), aydınlatma, bilgisayar ve odaya giren hava yüklerine bağlıdır. Yaz aylarında dış ortam koşulları aşırı olumsuz ve bilgisayar/monitör sayısı fazla ise personel konforu ve verimliliği için klima tesisatı tasarlamakta yarar vardır. Tekli veya çoklu split klima ekonomik çözüm olarak düşünülebilir. Ilıman iklimlerde bu mahallere elektrikli mahal ısıtıcıları konulmayarak, ısı gereksinmesi split klima cihazları karşılanabilir. Personel odaları ve ıslak hacimlerdeki IHK tesisatı mahalli olarak işletilmekte olup SCADA tarafından izlenme ve kontroluna gerek duyulmamaktadır.

Şekil 2'de personel odaları ve ıslak hacimlerin ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımına örnek bir kat planı verilmiştir.

4. IHK Tasar›m Kriterleri

IHK tasarımında kullanılabilecek tüm kriterleri toplu olarak gösteren bir kaynak mevcut değildir. TS 2164 [6], TS 3419 [7], TS 12127 [2], ASHRAE Standard 62-1999'dan [8] yararlanarak hazırlanan ve ülkemizdeki bazı raylı sistem yer altı istasyonları tasarımlarında kullanılan veriler örnek olarak aşağıda verilmiştir.

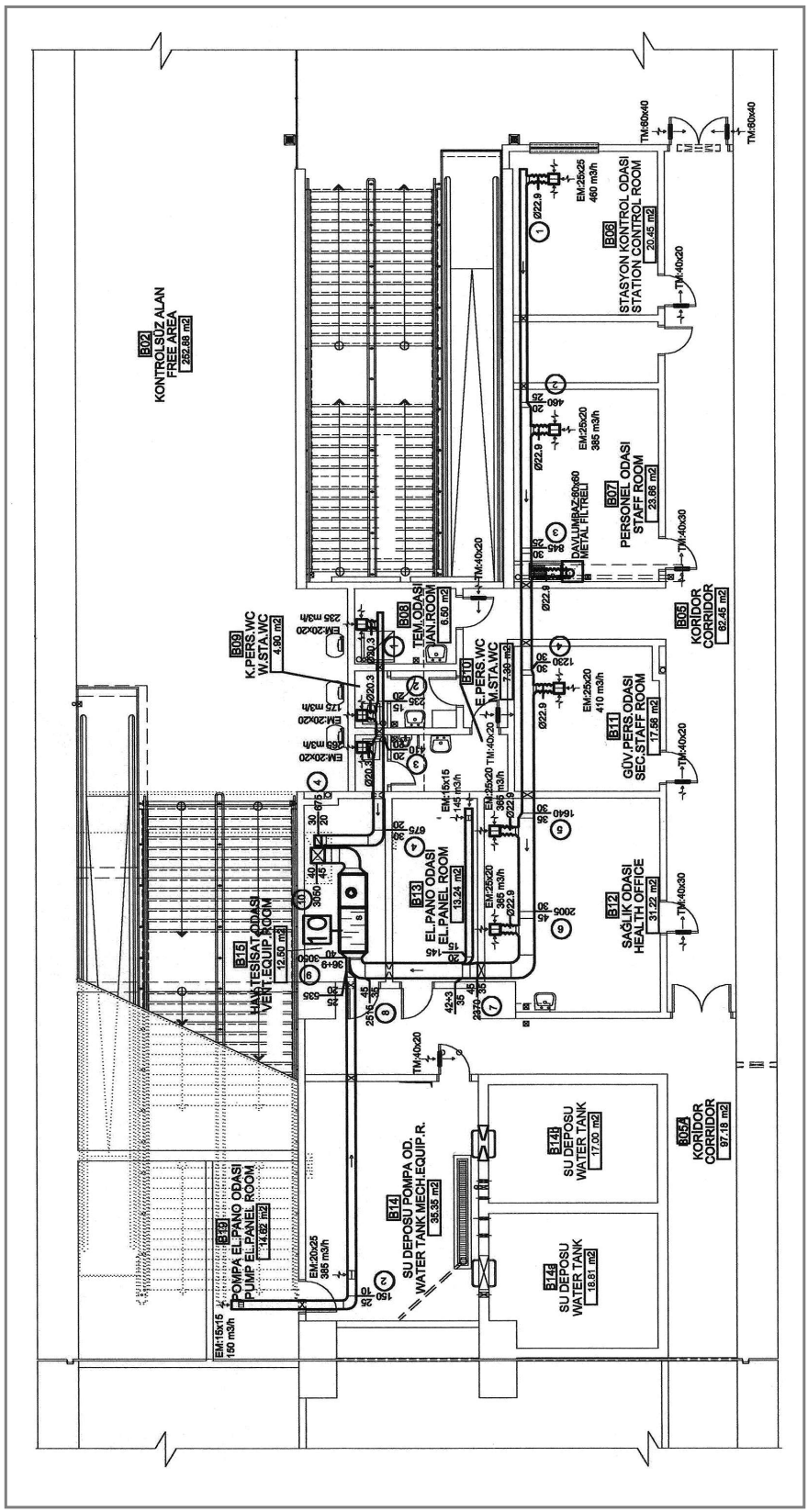
K›fl›n ›s›t›lan mahal s›cakl›klar›:

Su deposu, pompa, A.G. pano, akü, havalandırma, drenaj pompa : 5 °C

WC, temizlik odası, paspas odası :15 °C

Bilet gişesi, istasyon kontrol odası, sağlık odası, güvenlik personel odası, gaz satış, personel odası : 22 °C

Haberleşme, sinyalizasyon : 20 °C



fiekil 2. *Personel odalar› ve ›slak hacimler IHK plan›.*

K›fbn ›s›t›lmayan mahal s›cakl›klar›:

Peron, kontrollu ve kontrolsuz alanlar, koridor, yedek oda, fan odaları, zemine oturan döşeme, yan toprak, tavan üzeri toprak tasarımcı tarafından : Dış ortam sıcaklığı ve tabii zeminden olan derinliğe göre belirlenir.

Yaz›n klimatize edilen mahal s›cakl›¤› ve nem oran›:

Haberleşme,
sinyalizasyon : 25 °C KT, %40 - 50 BN

Personel odaları : Dış ortam sıcaklığından 8-10 °C düşük KT,
%50 BN

Hava miktarlar›:

Haberleşme, sinyalizasyon, A.G. pano, yangın tüp odası, asansör makine dairesi, yürüyen merdiven makina dairesi, yangın pompa odası : 2 d / h

Akü odası : 6 d / h

WC, temizlik odası,
paspas odası : 36 m^3/h, m^3

Personel yemek /
dinlenme odası : 10 d / h

Sağlık, güvenlik personel, istasyon kontrol, bilet gişe, büfe : 7 d / h

Pis su pompa odası : 4 d / h

Hava h›zlar›:

Üfleme ve emme menfezleri : 2-3 m/s

Tali hava kanalları : maksimum 7 m/s

Ana hava kanalları : maksimum 10 m/s

Peron ve yolcuya açık alanlar
: maksimum 7 m/s

Elektrik ve elektronik odalar ›s› yayma de¤erleri : Elektrik tasarımından alınır.

Gürültü seviyesi:

Peron, kontrollu ve kontrolsuz alanlar : 55 dB(A)

Personel odaları : 35 - 45 dB(A)

5. Sonuç

Yer altı raylı sistem istasyonları işlevlerini yerine getirebilmek ve yolcu ve personele çevresel konfor sağlamak için bir dizi IHK tesisat sistemleri ile donatılmalıdır. Sistem tasarımı için öncelikle istasyon içinde bulunan mahaller ve gereksinmeleri ayrı ayrı tanımlanmalıdır. Daha sonra sıcaklık, nem, hava kalitesi, hava hızı vb. IHK parametrelerini kabul edilebilir sınırlar içinde tutabilmek için gerekli tasarım kriterleri kullanılarak yatırım ve işletme için en ekonomik tesisat sistemleri tasarlanarak uygulanmalıdır.

6. Kaynaklar

[1]. ASHRAE Handbook, HVAC Applications, ASHRAE, 2003.

[2]. TS 12127, "Şehir İçi Yollar - Raylı Taşıma Sistemleri Bölüm 1: Yer Altı İstasyonu Tesisleri Tasarım Kuralları", Şubat 1997.

[3]. ÖZBAKIR, Ethem "Yer Altı Raylı Sistem İstasyonlarında Isıtma, Havalandırma, Klima Tesisatı, VII.TESKON, MMO, 2005.

[4]. MEGAW, T.M., BARTLETT, J.V., "Tunnels: Planning, Design, Construction Volume 2", Ellis Horwood Limited John Wiley & Sons.

[5]. BONNETT Clitford F, "Practical Railway Engineering", London: Imperial College Press, 1996.

[6]. TS 2164, "Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları", Ocak 1984.

[7]. TS 3419, "Havalandırma ve İklimlendirme Tesisleri - Projelendirme Kuralları", Nisan 2002.

[8]. ASHRAE Standard 62-1999, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE, 1999.

Yazar;
Ethem Özbak›r,
1949 Kemaliye do¤umludur. 1970 y›l›nda Orta Do¤u Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmifltir.Yüksek Lisans›n› 1974 y›l›nda ayn› Üniversite'den alm›flt›r. ‹ngiltere'nin Bradford Üniversitesinde 9 ay süre ile Proje Haz›rlama ve Teknoloji Seçimi üzerine ihtisas yapm›flt›r. Sanayi ve Teknoloji Bakanl›¤› ile Ankara Belediyesinde çeflitli görevlerde bulunmufltur. 1977-1980 y›llar› aras›nda EGO Genel Müdürlü¤ü yapm›flt›r. Makina Mühendisleri Odas› Ankara fiubesi Baflkanl›¤› ve merkez denetim kurulu üyeli¤inde bulunmufltur. 1980 y›l›ndan bu yana çal›flt›¤›, mekanik tesisat projecili¤i ve müflavirli¤i ile u¤raflan B‹LGE Mühendislik ve Müflavirlik Ltd. fiti 'nin ortak yönetici ve kurucusudur. Halen ODTÜ, Bilkent ve Çankaya Üniversitelerinde Mimarl›k ve ‹ç Mimarl›k Bölümlerinde tesisat dersi vermektedir. Tafl›t Tünellerinin Havaland›r›lmas› ve Mühendislik Eti¤i alanlar›nda sunumlar› vard›r.

Mutfak Havalandırması

Mehmet Okutan; *Mak. Yük. Müh.*
TTMD Üyesi

ÖZET

Mutfak havaland›rmas› yak›n zamana kadar genellikle üzerinde yeterince durulmam›fl bir konudur. Son senelerde özellikle bat› ülkelerinde bu konu ile ilgili araflt›rmalar›n artmas› ve belli standartlar getirilmifl olmas› sevindiricidir. Bu makalede mutfak havaland›r-mas›nda genel olarak karfllafl›lan problemler, ›s›tma ve so¤utma önlemleri, koku kontrolu, nem kontrolu, bas›nçland›rma, davlumbaz sistemleri, make-up hava sistemleri ve yang›n tedbirleri baflta ASHRAE olmak üzere çeflitli standartlara göre ele al›nmakta, yaklafl›mlar› özetlenmekte günümüz teknolojilerinin bu sorunlara getirdi¤i çözümler incelenmektedir.

Kitchen Ventilation

ABSTRACT

Kitchen ventilation is a subject that received attention only recently in western standards. It is a positive devolopment that now kitchen ventilation is investigated by numerous research and covered quite extensively in predominant standards. This article (originally published in 2002) covers general problems associated with kitchen HVAC, heating and cooling of food prepaaration areas, odor and humidity control, pressurization, hood and make-up systems and fire suppression issues particularly in paralel with ASHRAE approach and elaborates on potential solutions provded by today's technology.

1. Girifl

Endüstriyel mutfaklar kamuya açık yapılarda yemeklerin servise hazırlandığı, genellikle sadece görevlilerin kullandığı mahallerdir. Bu mahallerin havalandırması ise, ancak son yıllarda üzerinde durulmaya başlanmış, planlamada ve uygulama aşamasında genellikle ihmal edilen bir konudur. Bunun sebeplerinden biri, ilgili birçok standartta mutfak iç ortam şartlarının diğer alanlara kıyasla daha esnek şekilde ele alınması, bu yaklaşımın da işletmeler tarafından çoğu kez paylaşılması olabilir. Örneğin DIN Alman Standartları, mutfak yaz iç sıcaklık değeri için 28°C, azami nem oranı için %70, ses seviyesi için 50 db (A) değerlerini önermektedir [1]. Mutfak havalandırmasında referans eksikliğinin bir muhtemel sebebi de, mutfakların kullanıcı odaklı birçok işe özel detay taşıyan nitelikleri ile standardizasyona çok müsait olmayabileceği görüşüdür. Öte yandan, özellikle batı ülkelerinde son yıllarda, mutfak havalandırması konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiş, tasarım ve uygulamaya yönelik belli kurallar ve prensiplerde mutabakat sağlanmıştır. Bu gelişmelerin sebebi sadece yiyecek hizmet sektörünün tercihleri değil, ekipman üreticilerinin global pazarda, paralelizasyonu ile yangın, sağlık ve sigorta kuruluşlarından gelen baskılar olmuştur.

Mutfak havalandırmasını, konfor kliması diye nitelendirilebilecek örneğin bir ofis havalandırmasından ayıran en önemli özellik, mahalde bulunanların konforunun temininin yanı sıra, yemek pişirirken ortaya çıkan kokulu, tehlikeli ve zararlı gazların bina dışına atılmasını kapsamasıdır. Bu ikinci husus, mutfak havalandırmasını esasen endüstriyel havalandırmaya yaklaştırmaktadır. Bu açıdan davlumbazların mutfak havalandırmasında merkezi bir işlevleri bulunmaktadır. Mutfak havalandırması; davlumbaz egzoz, genel egzoz, make-up havalandırma sistemi ve genel havalandırma sistemini içerecek şekilde ele alınmalıdır.

2. Mutfakta Egzoz ‹htiyac›

Mutfaklar yiyeceklerin hazırlandığı ve pişirildiği mekanlardır. Özellikle pişirme akitiviteleri koku yayıcı özelliktedir. Koku yayımı öncelikle pişirme yüzeylerinden çıkan sıcak hava akımları vasıtası ile olur. Bu sıcak hava akımlarında su buharı, sıvı yağ parçacıkları, buhar halde yağ ve yanma artıkları bulunur.

Ayrıca gaz veya kömür yakan pişirme ekipmanından karbondioksit ve karbonmonoksit gibi atık gazlar da kirli sıcak hava akımına karışır ve sıcaklığa bağlı yoğunluk farkı yüzünden yukarı doğru hareket eder. Egzoz edilecek karışımın bu doğal hareketi, mutfak havalandırmasını bazı endüstriyel benzerlerinden, örneğin talaşlı kesme işleminden ayırır.

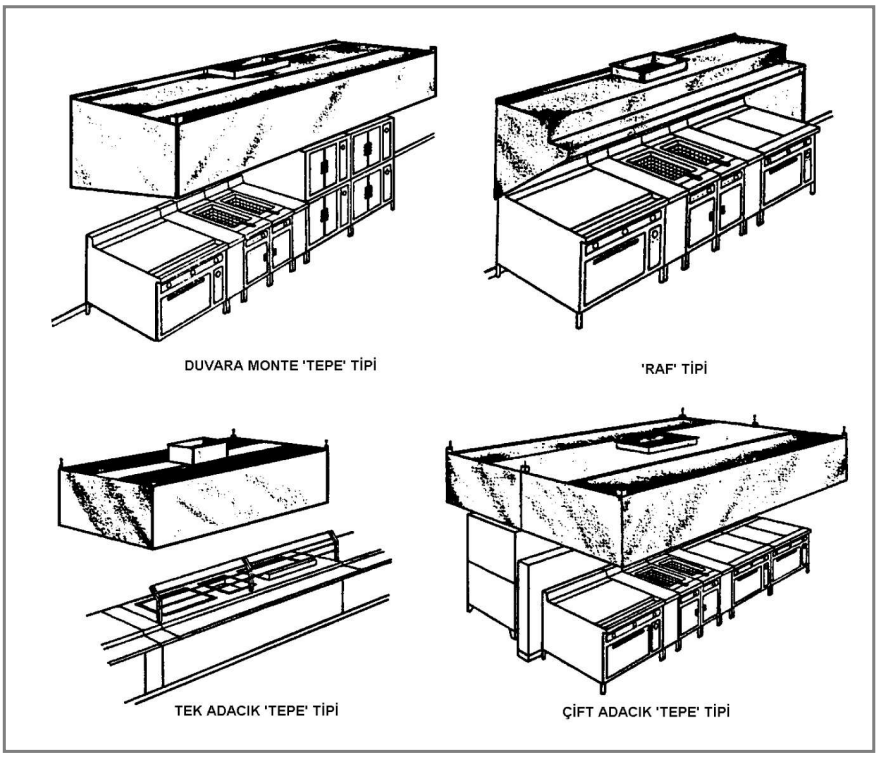
Koku kontrolunun havalandırma konusu içinde özel bir yeri bulunmaktadır. Bunun sebebi kokuya duyarlılığın belli bir zaman sonra azalması ve subjektif olmasıdır. Bir odaya girdiğimizde belli bir kokudan rahatsız olsak bile, belli bir süre sonra o kokuyu duymayabiliriz. Ayrıca aynı koku bir insanı rahatsız ederken diğerini rahatsız etmeyebilir. Kokunun algılanması, belli maddelerin havadaki konsantrasyonuna bağlıdır. Bu konstantrasyonu kontol edebilmek için ise tipik olarak uygulanan iki metod, lokal egzoz havalandırma ile mahale temiz hava verişi ile yapılan seyreltme amaçlı havalandırmadır. Çoğu kez bu iki sistem birlikte uygulansa da, daha belirleyici olan birincisi yani lokal egzozdur [2].

Pişirme yüzeylerinden çıkan sıcak hava akımlarını mahale yayılmadan yakalayıp kanal ağına aktarmak için davlumbazlardan yararlanılır. Bu açıdan davlumbazlar mutfak içinde lokalize egzoz cihazları olarak tanımlanabilir. Mutfağın genel havalandırması için ise, geleneksel menfezler kullanılır. Mutfak genel havalandırmasının amacı, mahalde yapı geneline kıyasla bir negatif basınç yaratmak ve çalışanlara uygun iç ortam sağlamaktır. Davlumbaz egzoz sistemi ve mutfak müstakil klima havalandırma sistemi, farklı ama birbirlerini tamamlayan sistemlerdir.

3. Davlumbazlar

Lokalize egzoz toplaması için kullanılan davlumbazların çalışması, pişirme yüzeylerinden yükselen sıcak ve kirli havanın momentumuna etki edebilecek, yani egzoz bölgesinde kanal merkezine doğru belli çekiş hızlarını yaratabilecek bir emiş etkisi yaratılması prensibine dayanır. Davlumbazda toplanan kirli hava, kirlilik derecesi ve yağ oranına göre filtrelerden geçirilerek kanal ağına verilir.

Davlumbazlar çok çeşitlidir ve dünyanın farklı yerlerinde farklı şekillerde ele alınırlar. Amerikan mutfak havalandırma endüstrisinin bu konuda kapsamlı bir birikimi bulunmaktadır. Buna bağlı olarak bu makalede, ASHRAE yaklaşımlarına paralel olarak egzoz havası bazında davlumbazların iki ana sınıfta irdelenmesi uygun bulunmuştur [3]. Birinci sınıf davlumbazlar, egzoz edilen sıcak hava akımlarında yağ bulunması durumunu ifade eder. Bu açıdan, çeşitli tasarımlarda yağ filtrelerine haiz olurlar ve pişirme alanları üzerinde kullanılırlar. İkinci sınıf davlumbazlar ise, yağ bulunmayan, görece daha temiz egzoz için tercih edilir ve buhar veya ısınmış havanın egzozu için kaynatıcıların veya fırınların üzerine yerleştirilirler. Bu sınıflamada bir diğer önemli husus, birinci sınıf davlumbazlarda bir yangın söndürme sistemi bulunmasının zorunlu tutulması, ikinci sınıf davlumbazlarda ise bunun gerekli görülmeyebileceğidir.



fiekil 1. *ASHRAE s›n›fland›rmas›na göre davlumbaz tipleri.*

Davlumbazları, yerleşimleri ve yapısal özelliklerine bağlı olarak, endüstri dokümantasyonu esas alınmak suretiyle, yine iki ana gruba ayırmak mümkündür. Bunlar 'backshelf' veya 'raf' tipi ile 'canopy' veya 'tepe' tipidir. Raf tipi davlumbazların özelliği pişirme yüzeylerinin hemen arkasındaki duvara monte edilmeleri ve dikey olarak pişirme yüzeyine yakın olmalarıdır. Bunlar büyük miktarlarda ve yüksek yağ miktarları içeren sıcak egzozun toplanması için uygun olmayabilirler ve tipik olarak yükseklik problemlerinin olduğu alanlarda kullanılırlar. Ancak pişirme yüzeylerine yakın monte edilmelerinden dolayı, bazı durumlarda çok verimli egzoz yapabilirler.

Tepe tipi davlumbazlar, pişirme yüzeylerinin üzerine yerleştirilirler ve tipik olarak egzoz havasının toplanıp biriktirildiği bir kasaları bulunur. Bu kasa, sıcak yüzeylerden yükselen egzozun toplanmasına daha uygun olduğu için, yüksek egzoz gerekliliklerinde ve fazla yağlı hava akımlarında tepe tipi davlumbazlar tercih edilir. Tepe tipi davlumbazlar, duvar tipi, ada tipi ve çiftli ada tipi olarak üç alt gruba ayrılabilirler ve her türlü ekipman için kullanılabilirler. Duvara monte davlumbazlar genel olarak, pişirme yüzeyinin bir yanı duvar ile kapalı olduğundan daha az hava emiş alanına sahiptir ve bu yüzden egzoz çekişinde daha verimli ve mahal içi hava akımlarından daha az etkilenen niteliktedir. Ada ve çift ada tipi davlumbazlar, kullanım kolaylığı ve yer sıkışıklığı için mahalin ortasına yerleştirilmiş pişirme ekipmanları için tercih edilir.

3.1. Davlumbazlar›n Ebatlar›

Davlumbazların pişirme yüzeylerinden ısınarak yükselen kirli havayı verimli toplayabilmeleri için dikkatle ebatlandırılmaları ve monte edilmeleri gerekir. Genel olarak davlumbaz kasa ebatları pişirme alanından biraz daha geniş, örneğin 150 mm kadar daha büyük ebatlandırılır. Bunun sebebi sıcak egzozun yükselirken genişlemesidir. Özel bir durum olarak raf tipi davlumbazlar pişirme yüzeyinden biraz geri çekilebilirler. Bu geri çekilme uzun kenarda 250 mm yi geçmemelidir. Davlumbazların pişirme yüzeyinden yüksekliği çok önemlidir. Genellikle raf tipi davlumbazlar pişirme yüzeyinden 45 – 60 cm yükseğe yerleştirilir. Bundan daha az mesafelerde, filtre sıcaklığı 100°C'yi geçerek biriken yağın pişmesine ve kanatlara yapışmasına sebep olur. Daha yükseğe monte edildiklerinde ise, egzoz emiş verimi azalır. Tepe tipi davlumbazlarda ise tipik yerleşim yüksekliği 100 –120 cm mertebesindedir. Tepe tipi davlumbazların emiş verimlerini arttırmak amacıyla kimi zaman kenar perdelerinden yararlanılır [4]. Bu perdeler sayesinde yan emiş alanı azaltılıp hava hızları arttırılır. Bu özellikle duvara monte edilen tipler için çok başarılı bir önlemdir.

3.2. Davlumbaz Ya¤ Filtreleri

Yağlı egzoz toplayan davlumbazlarda, yağın kanal ağına geçişini engellemek ve egzoz havasını temizlemek amacı ile yağ filtreleri kullanılır. Yağ filtrelerinin işlemesi hava akımından yağ parçacıklarını santrifüj kuvveti yaratmak suretiyle ayırmak esasına dayanır.

Toplanan yağ, davlumbaz altındaki pişirme ekipmanına, hava hızına, sıcaklığa ve filtre tasarımına bağlıdır. Yağ filtrelerinde esas olarak santrifüj hareketi yaratacak plakalar bulunur. Her bir davlumbazda, tasarıma göre çelik, paslanmaz çelik veya aluminyumdan imal edilen plakalardan iki veya daha fazla set bulunur. Bu plaka setleri sabit veya demonte edilebilen tip olabilir. Demonte edilebilen tipler bulaşık makinasında veya musluk altında basınçlı suya tutularak yıkanabilirler. Sabit plaka setlerinin yıkanması için, davlumbaza entegre edilmiş deterjanlı su püskürten sprey uçları bulunur. Tipik olarak bu filtrelerde otomatik yıkama günün sonunda devreye girer. Devreye girdiğinde ise filtreler 60-80 °C sıcaklığında 2-5 bar basıncında su ile 5 dakika yıkanır. Bu otomatik yıkama sistemi istenildiğinde yangından korunma amacı tedbirleri ile birleştirilebilir.

Yağ filtrelerinin yağ toplama işlevlerini yerlerine getirebilmeleri için, filtredeki hava geçiş hızının düşük hız tipleri için 0.8 – 1.5 m/s arasında olması sağlanmalıdır. Yüksek hızlı filtreler için bu değer daha yüksektir. Yağ filtreleri yataydan 45 – 60 derece yapacak şekilde yerleştirilir. Bu şekilde filtrelerde toplanan yağ pişirme yüzeylerine geri düşmez. Yağ filtreleri yüzeyinde sıcaklığın 100°C'yi geçmemesi sağlanmalıdır. Sıcaklık daha yüksek olduğunda toplanan yağ kısmen buharlaşarak kanala kaçabilir, kalan yağ da pişerek plakalar üzerinde kabuklaşır.

4. Egzoz Debileri

Davlumbaz egzoz debileri, mutfak havalandırmasının çekirdek konusu sayılabilir. Emiş debisi düşük tutulduğunda davlumbazı etkisiz kılabilir. Bunun sonucunda pişirme havası mahale yayılır. Bu debi yüksek tutulduğunda ise gereksiz enerji sarfiyatı ortaya çıkar. Üstelik davlumbaz tasarımı ve montajı uygun değil ise, emiş debisi ne kadar arttırılırsa arttırılsın sistem başarısız olacaktır. Önemli olan spesifik uygulamaya göre optimum debiyi belirlemektir. Bu debi; pişirme ekipmanına, davlumbaz tipine, davlumbaz montaj yüksekliğine, yan perdelere, yiyeceğe ve mahaldeki diğer hava akımlarına bağlı olup, kodlar ve özellikle davlumbaz imalatçısı verilerine göre belirlenir.

Yük S›n›f›	Yak›t	Cihaz
Hafif yük (200 °C)	Elektrik veya gaz	Fırınlar Buharlı kaynatma tencereleri Kompartmanlı kaynatıcılar Peynir eriticiler
Orta yük (200 °C)	Elektrik Elektrik veya gaz	Elektrikli kapalı ızgaralar Kapalı ızgaralar Kızartıcılar Makarna pişiriciler Konveyör fırınlar Çeviriciler
Ağır yük (315 °C)	Gaz Elektrik veya gaz Salamander	Açık ızgaralar Kızartıcılar Konveyör kızartıcılar Voklar
Çok ağır yük (370 °C)	Kömür, odun	Açık ateşli pişirciler

Tablo 1. *Cihaz tipine göre yük s›n›flamas›.*

		Davlumbaz birim uzunluk baflına asgari debi (L/s)			
Tip		Hafif yük	Orta yük	A¤›r yük	Çok a¤›r yük
Duvara monte raf	UL yok	310	465	620	850
	UL var	230-310	310-465	310-620	540
Tek ada	UL yok	620	775	930	1085
	UL var	390-465	465-620	465-930	850
Çift ada (beher bölüm)	UL yok	390	465	620	850
	UL var	230-310	310-465	390-620	775

Tablo 2. *Yük s›n›flamas›na ve tipe göre egzost debileri.*

Davlumbaz egzoz debilerinin belirlenmesi için ASHRAE'nin önermiş olduğu yöntem önce davlumbaz altındaki ekipmanın sınıfının tespiti, bu sınıf ve davlumbaz tipine göre davlumbaz uzunluğu başına debinin seçilmesidir [3]. Bunun için kullanılan veriler, Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. DIN Alman Standartları ise konuya mutfaktaki egzoz debisinin belirlenmesi esasına dayanarak yaklaşır [1]. Bu yönteme göre mutfak pişirme ekipmanlarının tip ve kullanımına göre önce mahaldeki duyulur ısı kazancı belirlenir. Daha sonra yine ekipmanlara göre buhar üretimi hesap edilerek, duyulur ve gizli kazançları bertaraf edecek havalandırma debisi en yüksek değere göre belirlenir. Kullanılacak formüller aşağıdakiler gibidir. Formüllerde kullanılacak değerler, DIN VDI 5052 Tablolarında bulunabilir.

$$V_{Zu}\text{-}\psi = (\varphi . \Sigma j\ (Pj . \psi i . \eta i) / \rho . C_L . (t_R - t_{Zu}) \quad (1)$$

V_{Zu}-ψ Duyulur yüke göre üflenmesi gereken hava debisi (m^3/h)
φ VDI 2052 Tablo 1'e göre aynı anda çalışma faktörü
Pj Mutfak ekipmanının bağlanma yükü kW
ψi 1 kW'a göre duyulur ısı yayımı
ηi j rumuzlu mutfak ekipmanı için davlumbaz oda faktörü
ρ Veriş havasının yoğunluğu kg/m^3
C_L Havanın spesifik ısısı (1 kJ/kg.K)
t_R Oda sıcaklığı (°C)
t_{Zu} Veriş havası sıcaklığı (°C)

$$V_{Zu}\text{-D} = (\varphi \Sigma j\ (Pj . Dj . \eta i) / (x_R - x_{Zu}) \quad (2)$$

V_{Zu}-D Gizli yüke göre üflenmesi gereken hava debisi (m^3/h)
φ VDI 2052 Tablo 1'e göre aynı anda çalışma faktörü
Pj Mutfak ekipmanının bağlanma yükü kW
Dj j rumuzlu mutfak ekipmanının 1 kW yük başına buhar yayımı
£bj j rumuzlu mutfak ekipmanı için davlumbaz oda faktörü
ηi Oda sıcaklığı (°C)
x_{Zu} Veriş havası sıcaklığı (°C)

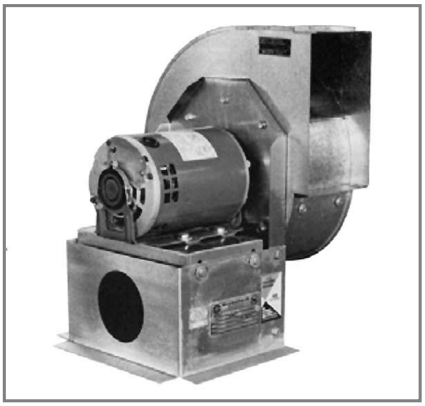
Görüleceği üzere bu tablolar ve formüllerden elde edilen değerler ülkemizde çoğu kez uygulanan davlumbaz debilerinden çok daha fazladır. Ayrıca bu debiler tasarım esnasında belli güvenlikle kullanılabilecek olsa dahi, uygulama esnasında nihai ekipmana göre kontrol edilerek kesinleştirilmelidir.

5. Kanal Sistemi ve Fanlar

Davlumbazlara bağlanan kanal sistemi binanın diğer yerlerinde kullanılandan farklılıklar taşır. Bunun sebebi, yağ birikmesinden ve sıcaklıktan kaynaklanan yangın riskini ve kanal hattı kayıplarını asgaride tutabilme çabasıdır. Bu farklardan ilki, kanal sisteminin genellikle daha kalın saçtan ve sızdırmaz şekilde kaynaklanmış parçalardan üretilmesidir. Kanal sisteminde, davlumbaz ile şaft arasında bulunan yatay bölüm mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Yatay hatlarda yağ birikmesinin ciddi yangın riski yaratabilmesidir. Yağ birikmesinin engellenmesi ve basınç kayıplarının azaltılması için örneğin DIN standartları mutfaktan çıktıktan sonra davlumbaz egzoz kanalının en fazla dört dönüş yapmasını öngörmektedir. İmalatta bu kanalın alt bölümünde yeterli aralıklarda yağ temizleme olanağı sağlanması, dikey hatta bağlantı noktasında keza yağ toplama ve deşarj imkanı bulunması dikkat edilmesi gereken hususlardır.

Davlumbaz kanal sistemleri yakın zamana kadar 10 m/s civarında hava akış hızlarına göre tasarlanmaktaydı. Bunun sebebi, özellikle NFPA 96 Standardı'nca önerilen; 7.5 m/s nin altına düşen hızlarda havanın, pişirme artıkları ve yağ parçacıkları içeren kirli havayı sürükleyecek momentuma sahip olamayacağı ve yağın kanal çeperinde birikeceği görüşüydü. 13 m/s mertebesindeki hızların pek geçilmemesinin sebebi ise, yüksek hızlara bağlı aşırı basınç düşümleri ile kanalda karşılaşılan ses ve titreşim problemleri idi. Ancak son iki senedir yapılan araştırmalar bu hız kriterlerinin doğru olmayabileceğini göstermiştir. Buna göre kanal ağı yeterli düzeyde izole edilmiş olur, kirli akışkan sıcaklığı sabit tutulabilirse, kanal içi yağ birikmesinin düşük hızlarda daha az olduğu tespit edilmiştir. Burada kritik husus davlumbaz hattının iyi bir şekilde izole edilmiş olmasıdır. Bunlara bağlı olarak NFPA 96 Mart 2002'de alt hız limitini 2.5 m/s'ye indirmiştir [5]. Bu şekilde kanal sistem tasarımında belli bir esneklik sağlanmış, ses riski ve basınç düşümleri azaltılabilmiştir.

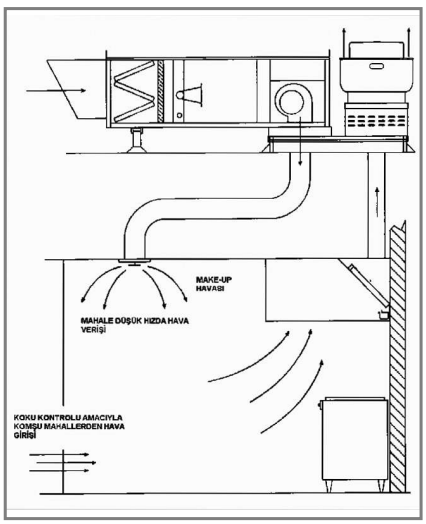
Davlumbaz kanal ağı içerisinde yağ birikmesine veya aşırı basınç kayıplarına sebep olacak damper ve benzeri aksam olmamalıdır. Birden çok davlumbaza hizmet eden kanal sistemlerinde balanslama ihtiyacı, kanalda damper bulunamayacağından davlumbazda alınacak önlemlerle karşılanmalıdır. Bunun



fiekil 2. *Motorun yaxdan korunmas› amac› ile kullan›lan tek emifli santrifüj fana örnek.*

için davlumbazların yağ filtrelerini ayarlamak mümkündür. Ancak, örneğin yağ filtreli bir davlumbaz ile buhar toplayan bir davlumbaz aynı hatta bağlandığında, kanal sisteminin kendi kendini balanslayabilmesi, yani daha az basınç kayıplı ikinci sınıf davlumbaza bağlantı yapan branşmanın yüksek hızlı ve dar kesitli seçilmesi uygun olacaktır. Bunun dışında bazı davlumbaz üreticileri, cihazlarında opsiyonel balanslama tedbirleri sunabilmektedir. Hatta bunların UL ve benzeri listeli olanları da mevcuttur [6]. İdeal davlumbaz egzoz sistemi, kanal hava hızlarının çok fazla olmadığı, düşük basınç kayıpları bulunan, son noktadaki davlumbazların hepsinde kanal sistemine göre daha yüksek basınç kayıbı olan, davlumbaz tiplerinin benzer olduğu sistemlerdir.

Davlumbaz egzoz sistemlerinde dışarı atılan kirli havada yağ ve yapışkan kontaminanlar bulunduğundan, kullanılacak egzoz fanları dikkatle seçilmelidir. Öncelikle bu egzoz fanların sistemin tahliye yapan son noktasına yerleştirilmesi ve bu şekilde kanal ağının sürekli negatif basınç altında tutulabilmesi



fiekil 3. *Mutfak make-up hava sistemi ile egzost kompansazyonu [4].*

sağlanmalıdır. Kullanılacak fanların motorları ise hava akımından korunmuş olmalıdır. Bunun için çeşitli tasarımlar mevcuttur. Bu maksatla özellikle kuzey amerika'da yaygın olarak çatı tipi yukarı atışlı egzoz fanları kullanılır. Ayrıca tek emişli hücresiz santrifüj fanlar ile bu iş için özel tasarlanmış motoru dışarıda inline santrifüj fanlar bulunmaktadır ki, daha çok fanların yapı içinde bulunmaları gerektiği zaman tercih edilir.

6. Egzoz Havas›n›n Kompanzasyonu

Mutfakta bulunan davlumbazlardan çekilen yüksek miktarlarda havanın bir şekilde kompanse edilmesi gereklidir. Bu kompanzasyonun nasıl olacağı ise genellikle mutfaktaki havalandırma sisteminin başarısı için kritik bir karardır. Bu kararın verilmesi esnasında aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulmalıdır.

- Mutfak yapıdaki diğer alanlara kıyasla negatif basınçta tutulmalıdır. Dolayısı ile, davlumbaz egzoz ve mutfak genel egzoz sistemlerin net olarak mutfağa diğer mahallerden hava transferi yapmaları gereklidir.

- Egzoz kompanzasyonu için yüksek miktarlarda şartlandırılmış hava kullanıldığı takdirde enerji gideri çok artmaktadır.

- Egzoz konpanzasyonu için şartlandırılmamış hava kullanıldığı takdirde mutfak iç ortam şartları kabul edilemeyecek hale gelebilmektedir.

- Verimli bir kompanzasyon için, yeterli havanın bulunması dışında, havanın mahale nasıl girdiği önemlidir.

- Mutfak yemek pişirme yapılan ve yapılmayan zamanlarda da negatif tutulabilmeli, bu yapılırken fan giderleri mümkün mertebe azaltılmalıdır.

Davlumbaz egzoz debisi özellikle küçük mutfaklarda ve fast food unitelerinde komşu mahallerde duvar ve kapı transfer menfezlerinden alınacak hava ile kompanse edilebilir. Bunun örnekleri küçük restoranlar ve alışveriş merkezlerinin yemek alanlarıdır. Bu transfer havası miktarı çok arttığı takdirde, yemek servis alanından mutfak bölgesine transfer fanları ile hava nakli yapılması sağlanabilir. Bu sistemler ise daha çok büyük kafeteryalarda ve otellerde karşımıza çıkar. Bu açıdan DIN VDI 2052 mutfakları yapı tipleri ve servis yapılan porsiyon sayısına göre gruplara ayırır. Büyük ve hassas sıcaklık kontrolu yapılan mutfaklarda, mutfak genel havalandırma sistemi kompanzasyon amacıyla kullanılabilir. Bu sistemler yine otel ve hastanelerde karşımıza çıkarlar. Ancak çoğu kez, davlumbaz egzoz debilerinin genel havalandırma sistemleri ile kompanse edilmeleri, yüksek debi gerekliliklerinden dolayı ekonomik olmamaktadır. Bu maksatla 'make-up' sistemleri geliştirilmiştir.

Make-up sistemleri, davlumbaz egzoz debisinin büyük bir bölümünün davlumbaza yakın noktadan verilen yarı şartlandırılmış hava ile kompanse edilmesini esas alırlar. Yarışartlandırma konsepti, verilecek havanın mutfak genel havalandırma sisteminden ayrılmasını gerektiğinden, bu işe özel müstakil cihazlardan faydalanılır.

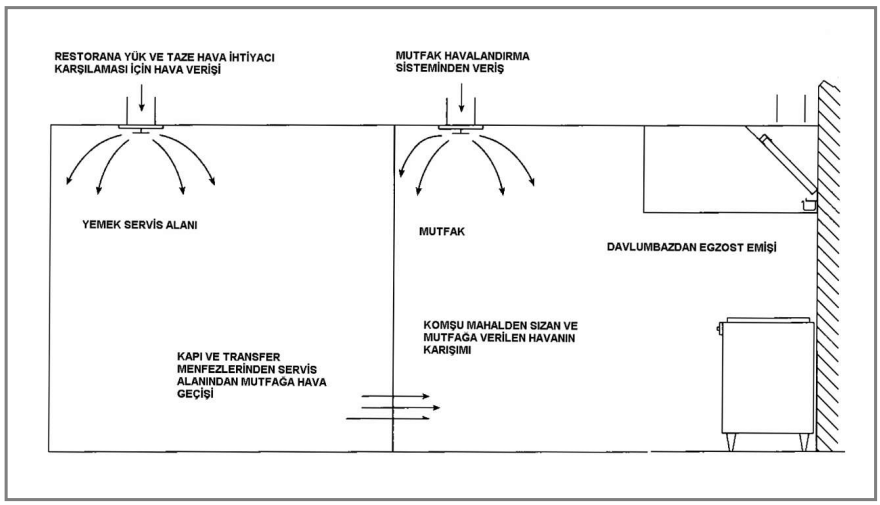
7. Make-Up Sistemleri

Make-up hava santralları genellikle kolay yerleşim özelliklerine sahip, yüksek debili kompakt cihazlardır.

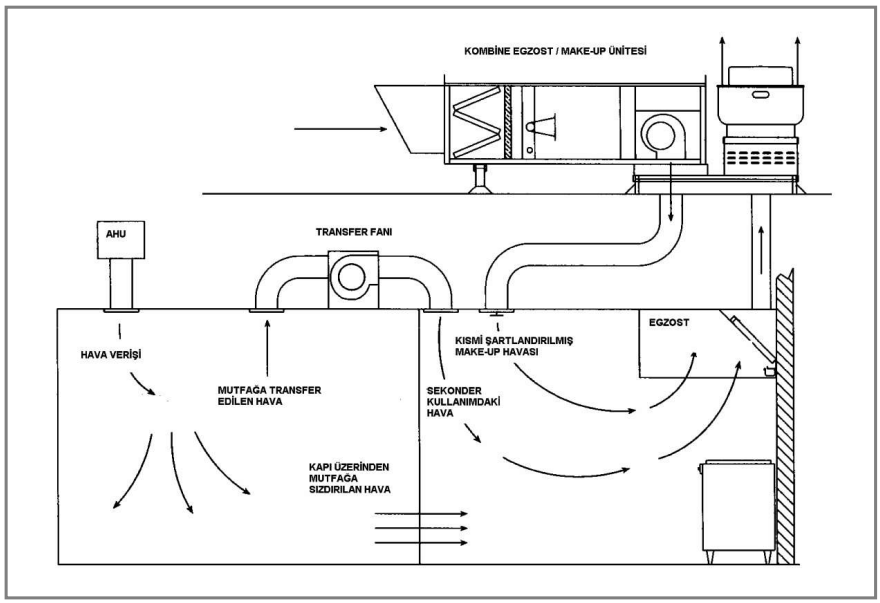
Çoğu kez işletme gideri dikkate alınarak, make-up sistemlerinde soğutma imkanı sağlanmaz ve bunlar veriş havasını sadece belli düzeye kadar ısıtırlar. Bu ısıtma için ise, dış şartlar uygun olduğunda merkezi sistemlere bağlı sulu serpantinler kullanılır. Merkezi sistem bağlantısının mümkün veya ekonomik olmadığı durumlarda, gaz yakan serpantinler kullanılır. Make-up santralları teknik hacime yerleştirilebilir veya çatıya konabilirler. Son senelerde, evaporatif soğutma teknolojilerinin gelişimine paralel olarak herhangi bir çevrim kullanmadan direkt su enjeksiyonu ile havanın serinletilerek davlumbaz önüne verilmesi, mahal içinde daha iyi konfor şartları teminini mümkün kılmaktadır. Bu santrallar sayesinde make-up havasının kışın ısıtılmasına ek olarak, yaz aylarında dış şartlar uygun olduğunda ekonomik serinletme elde edebilinmektedir.

Make-up havası davlumbaz önüne çeşitli şekillerde getirilebilir. Bunun en basit olanı, davlumbazın önünde bir menfez sırasından aşağıda doğru yapılan üflemedir. Diğer alternatifler genellikle davlumbaza entegredir, yani davlumbaz tasarımı hava verişi için özel detaya sahiptir. Bu tipte davlumbaz altına, davlumbaz önüne, davlumbaz içine ve davlumbazın bulunduğu alanda döşemeye yakın üfleme yapılabilir.

Yapılan çeşitli araştırmalar, davlumbazdan mahale doğru yapılan üflemelerin, mahal iç ortam şartını olumsuz etkilediğinden, davlumbaz altına üflemenin daha verimli olabildiğini göstermektedir. Alman DIN Standartları mahalde 40 hava değişimini geçen sirkülasyon oranlarında hava hareketinin rahatız edecek boyuta ulaştığını bildirmektedir. Make-up havası davlumbazın önünde geldiğinde hız 0.25 m/s yi geçmemelidir. Bu amaçla özel detaylı deplasmanlı havalandırma



fiekil 4. *Mutfak santral›ndan verilen hava ile egzost kompanzasyonu [4].*



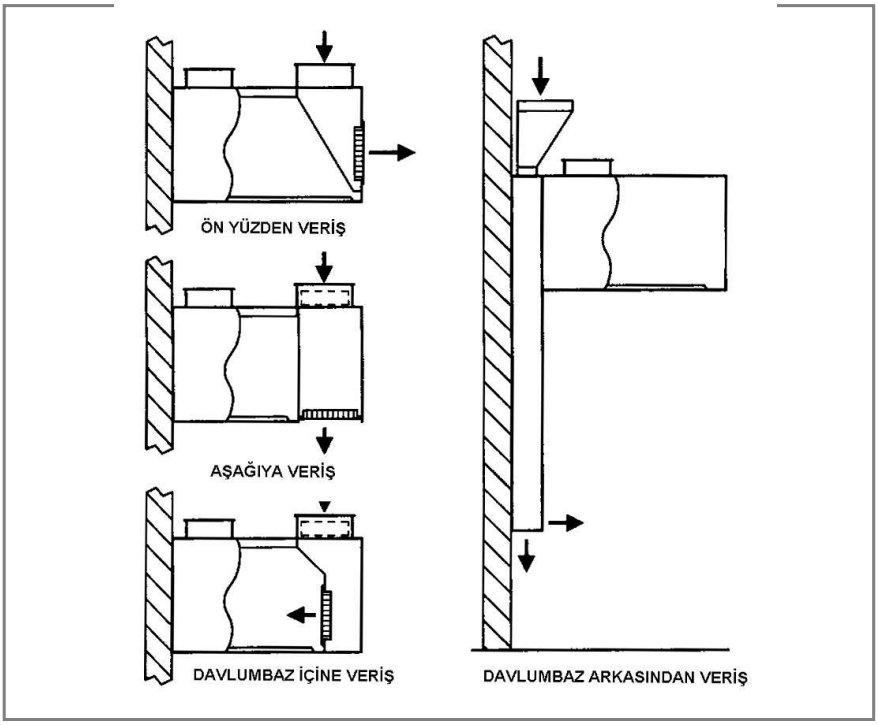
fiekil 5. *Restoran alan›ndan transfer edilen hava ve make-up santral› ile egzoz kompanzasyonu [4].*

menfezleri başarı ile kullanılabilmektedir. Burada önemli olan husus, davlumbazdan yapılan emişin %50 ile %75 arasında değişen bir kısmının, yarı şartlandırılmış make-up havası ile, iç mahal şartlarını etkilemeden karşılanabilmesidir. Kalan %50 ile %25 arasındaki havanın çevreden gelmesi, davlumbazın çıkan sıcak hava akımlarını yayılmadan toplayabilmesi için şarttır. Bu açıdan özellikle çok duman çıkaran ağır yüklü pişirme ekipanı üzerinde make-up cihazları kullanılması riskli olabilmektedir.

8. Balanslama

Balanslama yapı içinde hava akışının balanslanması ve mekanik kanal sisteminin işletmeye almadaki balanslanması olarak iki farklı anlama gelebilir. Bunlardan biricisi, havalandırma sistem tasarımı ve hatta mimari tasarım sırasında gündeme gelir. Bir yapıda mutfaktan çıkan kirli, kokulu ve sıcak havanın yemek yeme alanına ve yapıda bulunabilecek diğer mahallere yayılmadan dışarı atılabilmesi, mutfak bölgesinin negatif, çevre alanların da positif bırakılmasını gerektirir. Bu bir villada bulunan restoranda kolaylıkla anlaşılabilen bir konudur. Hizmet salonları hem dış havanın kontrolsüz binaya girmesini engellemek hem de havanın yemek salonundan mutfağa kaymasını sağlamak için pozitif tutulur. Mutfak alanı ise davlumbaz egzozu ve genel egzoz sayesinde negatif kalır. Ancak, bir alışveriş merkezinin yemek bölümünde veya bir otelin kapıları sürekli açık tutulan restoranında durum farklıdır. Burada sadece restoran sistemleri değil, yapıya ait diğer havalandırma sistemlerinin de mutfak ile hava alışverişi önem taşır.

Balanslama tedbirlerinin başarı sağlayabilmesi, çoğu kez mimaride mekanik sistemle paralel tedbirler alınmasına bağlı olur. Örneğin özellikle kış aylarının uzun geçtiği bölgelerde, yemek



fiekil 6. *Make-up havas› üfleme fekilleri [7].*

yeme bölümleri alışveriş merkezlerinin üst katına alınır. Bunun sebebi, ısınan havanın yükselmesidir. Mekanik tedbirler ne olursa olsun, atriumların yapı inşai detaylarına bağlı baca etkisi yüzünden servis alanlarının pişirme alanlarından kapı ile ayrılmaması, pişirme alanlarından etrafa kokulu hava yayılmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden genel olarak doğru yaklaşım yemek alanlarının üst katlarda ve toplu olarak tesis edilmesidir.

Yine koku kontrolu ve mahaller arasında hava akımlarını yönlendirebilmek için alınacak diğer mimari tedbirlere örnek, servis ve pişirme alanlarını ayıran kapılarda transfer menfezleri bırakılmasıdır. Bu olmadığı takdirde, mutfaktan çekilen hava gereken şekilde kompanse edilemez ve kapılar kendiliğinden açılır. Benzer şekilde, mutfak ile diğer mahalleri ayıran duvarların asma tavanda, iki mahali izole edecek şekilde devam ettirilmesi gerekir. Mutfak asma tavanının sızdırmaz yapılması, asma tavan içindeki aksamda koku birikmesini engeller. En önemli konulardan biri de, mutfak davlumbaz sisteminin verimli çalışması ve hattaki yangın riskinin azaltılması için, davlumbaz emiş hattının yatayda olabildiğince kısa tutulması gerekmesi ve bunun da mutfağın dikey bir şafta yakın konumlandırılması ile mümkün olabilmesidir.

Komşu mahallerden mutfağa hava transferinin farklı yöntemleri olabilir. Bunlardan birincisi kapılar ve duvarlar üzerindeki transfer menfezlerinden hava çekişidir. İkincisi ise, restoran servis alanı dönüş havasının bir transfer fanı vasıtası ile mutfağa aktarılmasıdır. Transfer yöntemi ne olursa olsun, önemli olan komşu mahallere ve mutfağa hizmet eden klima havalandırma santralları ve egzoz fanlarının, işletim durumuna göre mutfağı her zaman negatif bırakabilecek şekilde otomatik kontrol tarafından ayarlanmasıdır. Birden çok yemek pişirme birimi bulunduran alışveriş merkezlerinde bu otomatik kontrolun ne karmaşık hale gelebileceği ortadadır.

9. Kanal Sisteminin Balanslanmas›

Bir mutfağa hizmet eden kanal sisteminin balanslanmasından öncelikle davlumbazlardan başlamak doğru olur. Davlumbaz emiş debisinin belirlenmesi için sahada yapılacak hız ölçümleri, esasen %25'lere varan yanlış sonuçlara götürebileceğinden dolayı, ekipman üreticisinin belli noktalardan yapılan ölçümleri toplam debiye bağlayan test datası sağlaması büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu şekilde davlumbazlardan istenen havanın çekilebildiği tespit edildikten sonra, make-up sisteminden başlamak üzere, mutfak ve komşu mahallerin klima havalandırma santralları balanslanır. Klima havalandırma sistemi balanslaması öncelikle santral serpantin yüzeyinden ve kanal çıkışından alınacak ölçümlerle başlar. Daha sonra menfezlerden yapılan ölçümlere göre son noktalardan gereken debinin alınması sağlanır. Burada önemli olan, tasarımcının çeşitli işletme modlarında (örneğin davlumbaz çalışırken veya çalışmazken) öngörmüş olduğu debilerin, cihaz fan ve damperlerinin hangi konumuna denk geldiğinin tespit edilerek otomatik kontrol sistemine işlenmesidir. Çoğu kez bu yapıldıktan bir süre sonra, sistemlerde bir kere daha kontrol yapılması ve kayış / kasnakların gözden geçirilmesi fayda sağlar.

10. Enerji Harcamalar›

Mutfak sistemlerinin tipik olarak yüksek egzoz havalandırma ve kompansazyon için taze hava gereksinimi ister istemez büyük enerji giderlerinin oluşmasına sebep vermektedir. Bu enerji miktarının mümkün mertebe azaltılması için aşağıdaki tedbirlerin alınması yarar sağlayacaktır.

- İleri derecede bir koordinasyon ile, pişirme alanlarındaki ekipmanlara göre işe özel davlumbazlar tasarlanabilir. Bu davlumbazlar tipik olarak pişirme yüzeyine uzaklığa ve çevre kapamalara göre daha düşük debilerde çalışarak enerji tasarruf edebilirler.

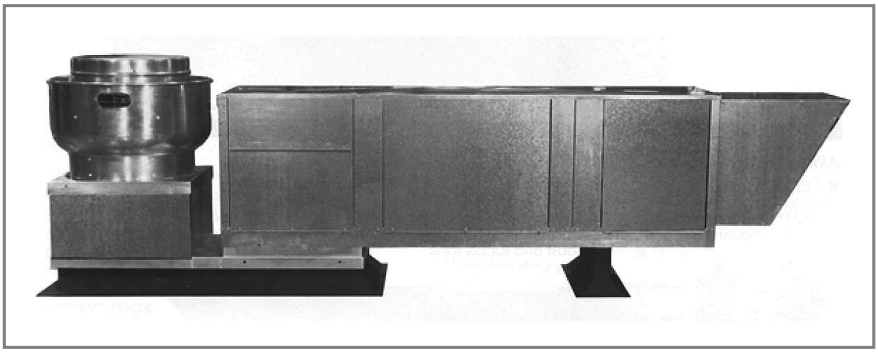
- Davlumbaz atış hatları mümkün mertebe kısa tutulmalı, aşırı yüksek hızlarda çalıştırılmamalıdır. Bu şekilde yüksek basınç kayıplarının önüne geçilerek fan kapasiteleri düşürülebilecektir.

- Mutfak alanlarında sağlanması istenen konfor düzeyi esnetilebilir. Örneğin, iklim yeterince kuru ise (Ankara gibi) iç ortamın yazın 28°C tutulması yerine 30°C tutulması tasarımda esas alınabilir. Keza, kış aylarında iç ortam 18°C yerine 16 °C'ye göre tasarlanabilir.

- Mutfakta yük karşılanması amacı ile mümkün mertebe 'spot soğutma / ısıtma' yani terminal ünitelerden yararlanılabilir.

- Egzoz havası kompanzasyonu için şartlar ve balanslama kriterleri uygun ise, restoran hizmet alanından dönüş havası transfer edilerek kullanılabilir. Bu otomatik kontrol'un bulunduğu ve kanal ağının uygun olduğu yapılarda çok fayda sağlayacaktır.

- Mutfak santrallarının mutlaka ekonomizer donanımlı olması sağlanmalı, mümkün mertebe 'bedava soğutma' dan yararlanılmalıdır. Bu özellikle Ankara gibi serin ve kuru iklime sahip bölgelerde çok fayda sağlayacaktır.



fiekil 7. *Çat›ya yerlefltirilen kombine bir davlumbaz egzos / make-up ünitesi.*

- Çok soğuk iklimlerde (doğu bölgeleri) davlumbazlardan atılan egzozdan geri kazanılacak ısıdan 'make-up' havasının ısıtması amacı ile yararlanılabilinir. Ancak, egzoz havasında bulunan yağ ve partiküllerin geri kazanım serpantinlerini tıkaması sebebi ile, sık bakım ve filtre kullanımı ihtiyacı dikkate alındığı zaman çoğu kez bu tedbir uygulanabilir bulunmamaktadır.

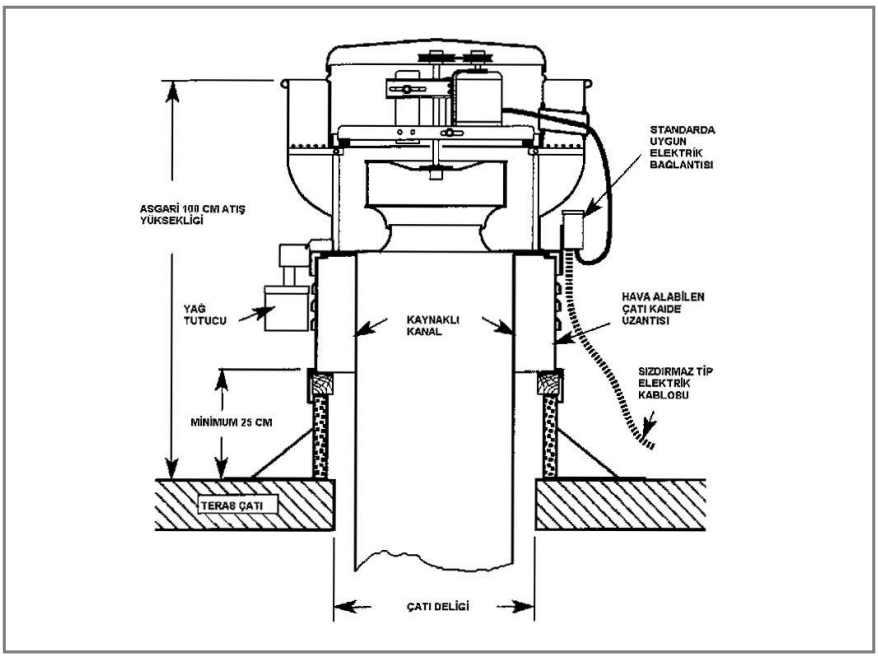
- Pişirme yüzeyleri etrafında belli hava akımı yönlendirici kapamalar kullanılarak ve pişirme yüzeylerinin duvara komşu stratjik olarak kümelenmiş yerleşimini sağlarak gerekli davlumbaz sayısı ve debi miktarları azaltılabilir.

- Mutfaklarda muhakkak otomasyon sistemi tesis edilerek, davlumbazların yemek pişirilmediği durumlarda kapanması ancak mutfakta negatif basıncın her şartta sağlanması temin edilmelidir.

Yukarıda bahsedilen tedbirlerin başarı sağlayabilmesi, proje aşamasında mimar, makine mühendisi ve mutfak tasarımcısı arasında bilinçli bir koordinasyon sağlanmasına bağlıdır. Ülkemizde tasarım aşamasında bu anlamda bir koordinasyon, yatırımlarda bu hususstaki talebin ve planlamaya verilen önemin azlığından dolayı kurulamamakta, çoğu kez en pahalı sistemleri imal ettiren yatırımcılar sırf bu yüzden başarısız sistemler ile yaşamak zorunda kalmaktadır.

11. Yang›na Karfl› Tedbirler

Davlumbaz egzoz havasında bulunan yanıcı materyaller ve yağ, bu sistemlerin normal havalandırma sistemlerine kıyasla daha yüksek yangın riski taşımasına sebep olmaktadır.



fiekil 8. *Çat› tipi davlumbaz egzost fan› montaj detay› [3].*

Bu açıdan davlumbaz sistemlerinde yangın çıkmasını engellemek ve yangının davlumbaz sistemi ile binaya yayılmasının önüne geçebilmek amacı ile belli tedbirlerin alınması gerekir.

Davlumbazlarda çıkabilecek yangınların söndürülmesi için birkaç alternatif bulunur. Bunlardan birincisi davlumbazda bu iş için özel üretilmiş fabrika montajlı sulu sprinkler sistemi bulunmasıdır. Bu sistem, yapı merkezi yangın sistemine bağlanarak basınçlandırılır. Kullanılan sprinkler çeşitleri ise sıcaklık ve patlama özellikleri açısından dikkatle seçilmelidir. Sulu sprinkler sisteminin sıvı yağ kızartıcılar üzerinde kullanıldığında, spinkler başlıkları ince bir sis tabakası yaratabilecek özellikte olmalıdır. Bu ince sis tabakası, yangından sıcaklığı emer, buharlaşarak havanın yerini doldurur ve ateşe oksijen ulaşmasını engelleyerek yangını söndürür. Otomatik yıkama sistemlerine sahip davlumbazlarda sulu sprinkler sistemi kolaylıkla uygulanabilmekte ve paket olarak tesis edilebilmektedir.

Davlumbaz yangınlarını önlemek amacı ile kuru ve ıslak kimyasallı paket söndürme sistemleri de kullanılmaktadır. Son senelerde belli standartlara uygunluk sağlanamamış olduğu için kuru sistemlerin yaygınlığı azalmaktadır. Her iki kimyasal sistemin de işleme prensibi, kimyasalın yanan yüzey üzerinde yağ ile reaksiyona girerek yanan yüzey ile hava arasında bir bariyer oluşturması esasına dayanır. Kimyasal sistemler hem davlumbazı hem de davlumbaz egzoz hattını koruyacak şekilde imal edilebilirler. Tipik olarak bunlar kimyasal tüpleri, ittirici gaz, yangın detektörleri, püskürtme nozülleri ve bağlantı borulamasından oluşur ve kontrolleri mekaniktir. Bu şekilde paket sistemin elektrik sistemindeki arızalardan etkilenmesi engellenir.

Davlumbazda yangın çıktığı anlaşıldığında, otomatik olarak pişirme ekipmanlarına gaz gidişinin kesilmesi sağlanmalıdır. Aynı zamanda, davlumbaza bağlı 'make-up' havalandırma cihazı, yangının taze hava ile beslenmesini engellemek üzere kapatılır. Özellikle yangının ilk aşamalarında davlumbaz egzoz fanının çalışmaya devam etmesinin, mutfaktan dumanı uzaklaştırması açısından faydaları

bulunmaktadır. Ancak davlumbaz bağlantısında yangın damperi bulunduğu takdirde bu belli bir süre sonra kapanarak fanın bu işlevi yerine getirmesini engelleyebilir.

Esasen davlumbaz hatlarında yangın damperi kullanımı tercih edildiğinde davlumbaz bağlantısına yerleştirilir ve kanalda kullanılmaz. Bunun sebebi, yangın damperinin yağ ile kaplanarak işlemez hale, hatta kendisi de bir yangın riski haline gelebileceğidir. Buna paralel, davlumbaz hattının yangın partisyonlamasını geçtiği yerlerde yangın damperleri kullanılmadığından, davlumbaz kanalının özel imal edilmesi ve yangına dayanıklı bir izolasyon kılıfı içine alınması gereklidir. Mutfaklarda yangına karşı önlemler alınırken, öncelikle planlamada parlayıcı ve patlayıcı malzemelerin, yüksek sıcaklıklı pişirme yüzeyleri veya egzoz hatlarından uzak tutulmasına dikkat etmek gereklidir. Yine mutfaklarda olası bir yangın durumunda gazı merkezi olarak kesecek ve istenirse davlumbaz yangın söndürme sistemini aktive edecek manuel butonlar bulunmalıdır.

2. Sonuç

Mutfak havalandırması projelerde genellikle ihmal edilen, ancak hijyen, konfor ve yangın güvenliği açısından son derece önem taşıyan bir konudur. Mutfak havalandırmasını zor kılan başlıca husus ise, başarılı bir sistemin elde edilmesinin mimar, tesisat mühendisi ve mutfak tasarımcısı arasında dikkatli bir koordinasyon gerektirmesi ve bu koordinasyon sonucunda elde edilenlerin yatırımcı ve işletmeci tarafından benimsenmiş olmasıdır. Bu açıdan öncelikle yemek endüstrisi yatırımcılarının bilinçlendirilmesi, çoğu kez mimar liderliğindeki tasarım ekibinin bu hususta gerekli duyarlılığı gösterebilmesi ve davlumbaz imalatında standartların tespit edilerek bunlara uygunluk sağlanması son derece önem taşımaktadır. Bu meyanda, davlumbaz seçimine gereken önem verilmeli, mutfakta uygulanacak klima havalandırma sistemi komşu mahallerin sistemleri ile birlikte ele alınmalı ve tasarımdan uygulamaya kadar her aşamada gereken tedbirler alınmalıdır.

13. Kaynaklar

[1]. Ventilation Equipment for Kitchens, DIN Standards, VDI 5052.

[2]. Ventilation for Odor Control, Knutson, ASHRAE Journal, April 2003.

[3]. Kitchen Ventilation, 2003 HVAC Application, ASHRAE Handbook,

[4]. Cooking Equipment Ventilation, Greenheck Publications.

[5]. New Rules for Kitchen Exhaust, Gerstler, ASHRAE Journal, November 2002.

[6]. Greenheck KVS Tec-Sheet - EABB.

[7]. The Effect of Makeup Air on Kitchen Hoods, Swierczya, Sobiski, ASHRAE Journal, June 2003.

[8]. Keeping Cooks in the Kitchen : Solving the Make-up Air Dilemma, Straten et al., ASHRAE Journal, June 2003.

[9]. Predicting Energy Consumption, Fisher, ASHRAE Journal, June 2003.

[10]. The Fact About Mechanical Grease Filters, Livchak, Schrock, Lethimaki, Taipale, ASHRAE Journal, June 2003.

[11]. Commissioning Kitchens, Making Sure the Equipment Fills the Bill, ASHRAE Journal, June 2003.

[12]. Mutfak Havalandırması, Okutan, TTMD Bülteni, Ekim 1997.

[13]. www.energy.ca.gov/pier/buildings /projects.

[14]. www.kitchenventilation.com/main/ indoordesign.html.

Yazar;

Mehmet Okutan,

TED Ankara Koleji, ODTÜ Makina Mühendisli¤i Bölümü ve MIT Yap› Teknolojisi Bölümü mezunudur. MIT'de asistanl›k görevi yürütmüfl, yüksek lisans çal›flmalar›n› deplasmanl› havaland›rma konusunda tamamlam›flt›r. Bir süre yurtd›fl›nda çeflitli projelerde çal›fl›p Türkiye'ye döndü¤ünden beri, Okutan Mühendislik'te koordinatör olarak çal›flmaktad›r. Amerika, Çin ve Türkiye'de uluslararas› kongrelerde sunulmufl 6 teknik bildirisi ve çeflitli dergilerde yay›mlanm›fl 30'u afl›n makalesi bulunmaktad›r. TTMD 1998 Teflvik ödülü ve Tucker Voss Building Technology Award ile onurland›r›lm›flt›r. ‹ngilizce ve Almanca bilmektedir. Evli ve bir çocuk babas›d›r.