

5. HAVALANDIRMA ESASLARI, İÇ HAVA KALİTESİ VE HİJYEN

Havalandırma, kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesi işlemidir. Amacı:

- Ortamdaki havanın oksijen içeriğinin azalmasını önlemek
- Ortamdaki havanın içerisindeki karbondioksit gazı, vücut koku, sigara dumanı, nem içeriğinin aşırı artışı önlemek
- Makinalardan, insanlardan ve aydınlatmadan kaynaklanan ortamdaki ısı kazancını dışarı atmak
- Makinalardan, pişirmeden ve insanlardan kaynaklanan ortamdaki nem kazancını dışarı atmak
- Zehirli gazları ve tozu ortamdaki uzaklaştırmak
- Bakteri ve zararlı mikro organizma sayılarını düşürmektir.

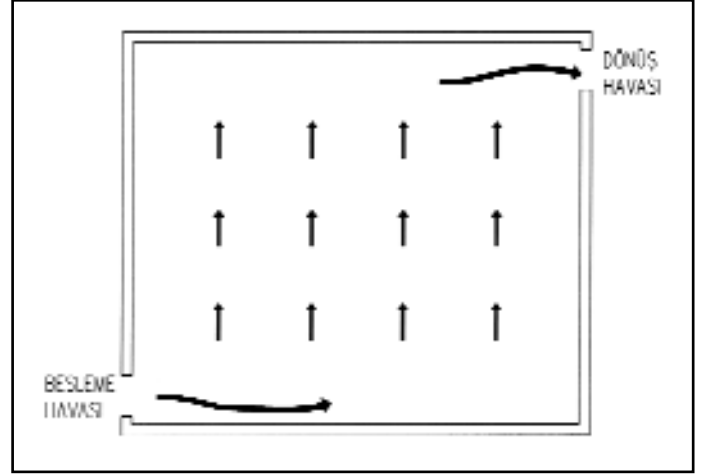
Amaç yukarıdaki maddelerden biri veya birkaçı olabilir.

Bu bölümde çeşitli hacimlerdeki havalandırma ihtiyacı, havalandırma yöntemleri, hesap esasları ve tesisat esasları verilecektir. Havalandırma tesisinin oluşturulmasında ana veri havalandırma miktarıdır. Bu hava miktarının belirlenmesi, insanların temiz hava ihtiyacı, belirli kirleticilerin derişiklik seviyelerinin limit değerler altında tutulması, basınç kontrolü ve sıcaklık kontrolü gibi bazı temel kriterlerden biri veya birkaçı esas alınarak yapılır. Geçmiş dönemlerde enerji maliyetleri sistemin tasarımında önemli belirleyici bir parametre oluşturmuştur. Günümüzde enerji maliyetleri yanında, iç hava kalitesi çoğunlukla birinci prensiple çatışan ikinci bir belirleyici parametre haline gelmiştir. Farklı uygulamalar için farklı standartlar değişik rakamlar verebilmektedir. Bu konuda Türk Standartları yeterli derinlikte ve detayda olmadıklarından belirleyici değildir. Esas olarak alınan ASHRAE standartları çerçevesinde konuya yaklaşılabileceği ve değişik veriler birlikte verilecektir.

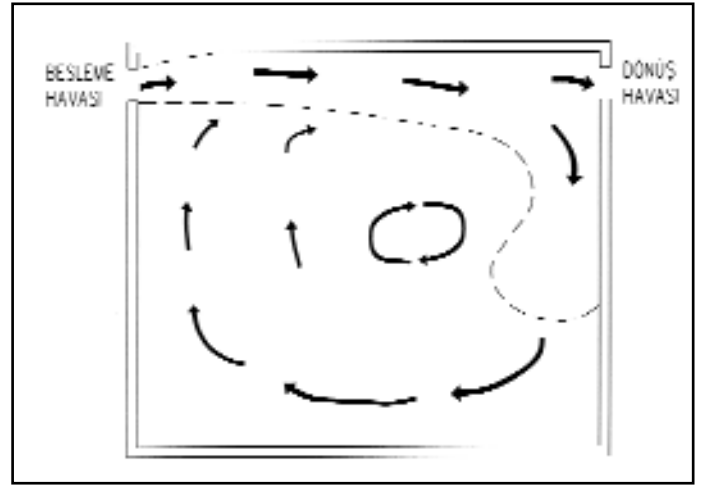
Havalandırma yaratan kuvvetlere bağlı olarak, havalandırma doğal havalandırma ve mekanik havalandırma olarak ikiye ayırmak mümkündür. Doğal havalandırma bir binanın doğal güçlerden yararlanarak kontrollü olarak havalandırılması söz konusudur. Mekanik havalandırma ise, fan gücünden yararlanır. Bir enerji tüketimi karşılığında, hava zorlanmış olarak hacimlere beslenir.

Oda İçinde Hava Hareketi

Havalandırma amacıyla odaya beslenen havanın, oda içerisinde farklı uçlarda iki tipik hareketi söz konusudur. Bunları deplasmanlı hareket ve karışım hareketi olarak isimlendirmek mümkündür. Her iki hareket biçimi Şekil 5.1 ve 5.2'de şematik olarak gösterilmiştir. Deplasmanlı akışta odaya beslenen hava bir piston gibi hareket eder ve ideal durumda hiç bir karışma meydana gelmeden odayı süpürerek diğer uçtan (şekilde döşemeden verilen hava odayı süpürerek tavan seviyesinden dışarı atılmaktadır) hacmi terk eder. Kirli oda havasını böylece karışmadan süpürerek dışarı atmak mümkün olmaktadır. Oda içindeki hava hareketi karışimsız laminer bir akıştır. Şekil 5.2'de görülen karışmalı havalandırma ise, içeri beslenen taze hava odadaki hava ile tamamen karışır ve odadaki kirli havayı seyreltir. Buna seyreltme havalandırması da denilebilir. Tipik tavan difüzörleriyle havayı besleyip, dönüş men-



Şekil 5.1. BİR HACİM İÇERİSİNDE DEPLASMANLI AKIŞ



Şekil 5.2. BİR HACİM İÇERİSİNDE KARIŞMALI AKIŞ

fezlerinden toplayan havalandırma biçimi buna örnektir. İdeal karışmalı havalandırma, beslenen hava, oda havasıyla tamamen mükemmel biçimde karışmalıdır. Oda içerisinde homojen bir karışım yaratılmalıdır. Gerçekte her iki havalandırma biçimini de tam olarak gerçekleştirmek mümkün olmaz.

5.1. DOĞAL HAVALANDIRMA

Binaların havalandırılması geleneksel olarak doğal havalandırma ile gerçekleştirilir. Doğal havalandırma tesisi ve bakımı en ucuz havalandırma biçimidir. Elektrik gücü kullanmaz ve sessizdir. Pencere doğa havalandırmanın temel elemanlarıdır ve havalandırma gerçekleştiren temel kuvvetler rüzgar gücü ve ısı kuvvetleridir. Maalesef bu doğal güçler ortadan kalktığında doğal havalandırma durur. Bu nedenle bazı zamanlarda mekanik havalandırma kullanımı gerekmektedir.

Günümüzdeki yapılar genellikle tamamen fan gücüyle gerçekleştirilen mekanik havalandırma ile çalışır. Ancak enerji tasarrufu, iç hava kalitesi ve son yıllarda öne çıkan sürdürülebilirlik kavramı yeni sistemlerin ve çözümlerin geliştirilmesini zorlamaktadır. Bu çerçevede yapı teknolojisinde yeni yönelimler ortaya çıkmıştır. Bu yeni yaklaşıma uygun yapılarda doğal havalandır-

ma büyük önem taşımaktadır. Mekanik sistemler bu yeni yaklaşıma göre, ancak doğal sistemler yetersiz kaldığında devreye girmelidir. Bu konularda bütün dünyada yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Rüzgar Basıncı

Bir binanın belirli yükseklikteki herhangi bir yüzeyine etkiyen rüzgar basıncı hesap yöntemi ASHRAE’de verilmiştir. Bir duvar yüzeyindeki, belirli bir açıyla gelen rüzgar için, rüzgar basıncı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$P_w = C_p \cdot P_v$$

Yüzeye dik gelen rüzgar için ortaya çıkan rüzgar basıncı, P_v ise, Bernoulli eşitliği ile belirlenebilir:

$$P_v = \rho_a \cdot \frac{U_H^2}{2}$$

U_H rüzgar hızı, C_p yerel rüzgar yönü, bina geometrisi ve arazi özelliklerine bağlı bir katsayıdır. Bu katsayının tam değerleri ancak model deneyleri ile belirlenebilir. Ancak ASHRAE’de bu katsayının belirlenmesiyle ilgili bir yaklaşım vardır. C_p aşağıdaki ifade ile bulunur:

$$C_{p(in-out)} = C_s - C_i$$

Bu formülde C_i iç basınç katsayısını temsil etmektedir. Eğer açıklıklardan içeri giren hava, aynı kattaki diğer açıklıklardan dışarı çıkıyorsa, $C_i = -0.2$ alınabilir. C_i değerleri daima negatif olup, içerde bir çekiş anlamına gelmektedir.

Isıl Kuvvetlere Bağlı Basınç Etkisi (Baca Etkisi)

Baca etkisi binanın içinde ve dışındaki hava yoğunlukları farklı olduğunda ortaya çıkar. Soğuk kış günlerinde, içerideki sıcak havaya göre daha ağır olan dış hava sütunu, alt katlarda içeri doğru bir basınç uygular. Bu basınç farkının sonucu olarak kışın dış hava alt katlardan içeri girer ve bina boyunca yukarı yükselir. Yazın ise bina içi soğutulduğunda, tam tersi bir durum ortaya çıkar. Üst katlardan giren hava aşağı doğru hareket eder.

Baca etkisi nedeniyle binada düşey doğrultuda öyle bir nokta vardır ki, burada iç ve dış basınç birbirine eşit olur. Bu noktaya nötr basınç düzeyi adı verilir. Eğer açıklıklar bina boyunca düzgün olarak dağılmışsa, nötr düzlem binanın yerden itibaren tam orta yüksekliğindedir. Eğer bina ortasında açık atriyum gibi geniş düşey bir shaft mevcutsa, nötr düzey binanın tepesine doğru çekilir ve binadaki hava akımları ve enfiltrasyon şekli ciddi ölçüde fark eder. Baca etkisinden doğan basınç farkı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$P_{th} = (\rho_o - \rho_i) \cdot g \cdot (H - H_{NPL}) = \rho_i \cdot g \cdot (H - H_{NPL}) \cdot (T_i - T_o) / T_o$$

Burada i ve o indisleri sırasıyla iç ve dışı göstermektedir. H_{NPL} nötr eksen yüksekliği ve H gözönüne alınan katın yüksekliğidir. ρ ve T ise hava yoğunluğu ve sıcaklıktır.

Baca etkisi dolayısıyla havanın yukarı doğru dikey hareketine konvansiyonel binalarda bir direnç söz konusudur. Bu nedenle ısıl güçlerin yarattığı gerçek basınç farkı aşağıdaki ifadeyle hesaplanabilir:

$$P_T = C_d \cdot P_{th}$$

C_d baca çekiş katsayısı olup, modern binalarda deneysel olarak belirlenen değeri 0,63 ile 0,82 arasındadır.

Toplam Basınç Farkı

Herhangi bir kattaki iç ve dış arasındaki toplam basınç farkı, rüzgar ve ısıl güçler nedeniyle yaratılan basınç farklarının ceb-

rik toplamıyla bulunur. Yani,

$$P_s = P_w + P_T$$

Havalandırma Hava Hacminin Hesaplanması

Havalandırma havası akış debisi, toplam basınç farkının açıklıklardaki ve basit kanal sistemindeki basınç düşümlerine (akışa karşı olan dirence) eşitlenmesiyle bulunur. Buna göre,

$$P_s = \rho \cdot V^2 \cdot R / 2$$

Akışa karşı yaratılan direnç bütün yerel kayıpları ve sürtünme kayıplarını içermeli ve direnç katsayısı R her bir bina için özel olarak hesaplanmalıdır. Bu denklem, V hava hızı yerine, A_1 açıklık boyutlarını denkleme girerek hava hacmi cinsinden ifade edilebilir. Belirli bir yöndeki doğal kuvvetler neticesinde bir açıklık ve buna bağlı kanal sistemindeki hava akışı miktarı aşağıdaki ifadede bulunabilir:

$$q_{\theta} = A_1 \sqrt{\frac{2P_{s\theta}}{\rho \cdot R}}$$

Burada alt indis θ rüzgar yönü ile duvar yüzeyi arasındaki açıyı göstermektedir. İçeri giren hava debisini zamanla çarpınca miktar olarak belirli sürede içeri giren hava hacmi bulunur. Bütün yönlerden belirli bir sürede içeri giren havaların toplamı, toplam havalandırma miktarını verecektir.

5.1.1. Gece Soğutması

Doğal havalandırma yapılan binalarda gece soğutması imkanı da bulunmaktadır. Gece soğutması mekanik sistemlerde “free cooling” veya “cool down” adı altında bir opsiyon olarak sunulmaktadır. Bu imkan doğal havalandırma sistemlerinde, sistemin kendi karakteri olarak saklıdır. Yaz mevsiminde dış sıcaklığın iç sıcaklıktan daha düşük olduğu gece saatlerinde sistem tam açık duruma getirildiğinde, gece boyunca soğuk hava ile yapılan soğutma bina kütlesi içinde depo edilir. Burada depo edilen soğuk, gün boyunca kullanılabilir. İklimin uygun olduğu bölgelerde, uygun tasarlanmış bir yapıda doğal soğutma yolu ile yapıyı bütün bir mevsim mekanik soğutmaya gerek duyulmadan konfor şartları içinde tutmak mümkündür. İngiltere’de yapılan bir çalışmada ise bu iklim koşullarında, gece soğutması yoluyla bina tipine göre değişmek üzere, %5 ile %40 arasında soğutma enerjisinden tasarruf imkanı olduğu gösterilmiştir.

Gerek doğal havalandırma ve gerekse doğal soğutma elektrik enerjisi tasarrufu yanında çevrenin ve doğal kaynakların korunması yönünde bir katkıya sahiptir.

5.2. MEKANİK (ZORLANMIŞ) HAVALANDIRMA

Mekanik havalandırmada hava değişimi ve hareketi için fan veya fanlardan yararlanılır. Mekanik havalandırmada üç sistem vardır:

- Doğal hava girişi, mekanik hava emişi
- Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı
- Dengeli havalandırma denilen mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi

Mekanik sistem doğal havalandırmada olduğu gibi koşullara bağlı değildir. Zorlanmış olarak sürekli hava hareketi temin edilir. Ancak bunun bir tesis ve işletme maliyeti vardır. Ayrıca fan ve kanal sisteminden gelen ses riski taşır.

Yaşanan mahallere bir fanla beslenen hava kışın önce oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Aynı zamanda dışarıdan alınan taze havanın filtre edilerek tozlardan ve yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Dışarıdan alınan taze havanın şartlandırılması mekanik havalandırmada mümkündür. Halbuki doğal havalandırmada bu, ortaya çıkan basınç kayıplarının yarattığı zorluk nedeniyle henüz pratik anlamda çözümsüzdür.

Besleme fanı yanında, egzoz edilen hava için ilave bir egzoz fanı kullanılarak gerçekleştirilen dengeli havalandırmada, hava miktarı daha iyi kontrol edildiği gibi içerideki basıncı da kontrol etmek mümkündür. Böylece mekanlar arasında basınç farklılıkları yaratılarak bina içindeki hava hareketlerini de kontrol etmek mümkündür. Bu, özellikle temiz oda uygulamalarında vazgeçilmez bir imkandır.

Mekanik havalandırmada çeşitli enerji geri kazanma imkanları bulunmaktadır. Örneğin, sistemde ısı değiştirgeçleri kullanılarak, dışarı atılan havadan alınan enerjiyi, içeri alınan taze havaya aktarmak mümkündür.

5.3. İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesi yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediği hava olarak tarif edilebilir. Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir. Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler yayımlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartlardan ASHRAE 62-89 numaralı olanı en geniş biçimde konuyu ele almaktadır. Bu standartın kuralları ve örneğin enerji tasarrufu ilkeleri ile çatışması en çok tartışılan konulardan biri olmuştur.

5.3.1. Hasta Bina Sendromu

“Hasta Bina Sendromu” (HBS) görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan bir binada, sakinlerin sadece binada geçirdikleri zamanla bağlantılı olarak sağlık ve konfor şikayetleri olmasına verilen isimdir. Şikayetçiler bina içinde belli bir oda veya zon içinde bulunabilecekleri gibi, bina içinde dağılmış olabilirler. Konu ile ilişkili bir başka kavram ise, “Bina Bağlantılı Hastalık” (BBH) kavramıdır. Bu durumda, bina içerisinde teşhis edilen hastalıkların nedenleri bellidir ve binanın havalandırma sisteminden kaynaklanmaktadır.

Hasta Bina Sendromu Göstergeleri

* Bina sakinleri birdenbire rahatsızlıklardan şikayet etmeye baş-

larlar. Bu şikayetler baş ağrısı, göz, burun veya boğaz rahatsızlıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon bozuklukları ve kokuya karşı aşırı duyarlılık şeklinde olabilir.

* Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tanımlanamamıştır.

* Şikayetçilerin çoğu binayı terkedişlerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir.

Bina Bağlantılı Hastalık Göstergeleri

* Bina sakinlerinin çoğunluğunun öksürük, göğüs sıkışması, ateş, titreme ve kas ağrısı gibi şikayetleri görülmektedir.

* Bu bulguların nedenleri klinik olarak tamamen açıklanabilir.

* Şikayetçiler binayı terketse de iyileşmeleri belli bir süre alır.

5.3.2. İç Hava Kalitesini Bozan Hasta Bina Sendromunun Nedenleri

İç hava kalitesini bozan ve kirlilik oluşturan zararlı maddeleri ancak çeşitli gruplar altında toplayarak tanımlamak mümkündür. İç hava kalitesini bozan kirletici grupları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür: 1. Solunan havadaki karbondioksit oranı (insanların ve canlıların solunumları ve yanma kaynaklıdır) 2. Koku (insan kaynaklıdır) 3. Mikroorganizmalar (çevre ve insan kaynaklıdır) 4. Nem (çevre ve pişirme gibi insan faaliyetleri kaynaklıdır) 5. Radon gazı (toprak kaynaklıdır) 6. Organik buharlar (kullanılan eşya ve bina elemanları kaynaklıdır) 7. Toz (çevre ve kullanılan eşya kaynaklıdır) 8. Alerjen maddeler ve canlılar (çevre kaynaklıdır) 9. Sigara dumanı (insan kaynaklıdır) 10. Diğer kaynaklar (yukarıda sayılanların dışında hava kalitesine etki eden daha pek çok faktör vardır. Bunlar içinde elektronik kirlenmeden, radyasyona kadar pek çok faktör sayılabilir.

Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler:

Bir bina içerisindeki kirli havanın kaynağı çoğu zaman o binanın içerisinde. Örneğin; bina içerisinde bulunan ve kullanılan yapııştırıcılar, kaplama ve döşemeler, bazı ahşap ürünler, kopyalama makineleri, böcek zehirleri, temizlik malzemelerinden yayılan formaldehit de içeren uçucu organik bileşenler hava kirliliğine sebep olan etmenlerdendir. Sigara dumanı; yüksek oranda uçucu organik bileşenlerin, diğer toksit bileşenlerin ve de solunabilir parçacıkların oluşumunda büyük katkısı olan bir etmendir. Araştırmalar kanserojen olarak da bilinen bazı uçucu organik bileşenlerin yüksek konsantrasyonda solunmasının kronik ve akut sağlık sorunlarına neden olduğunu göstermektedir. Düşük dereceden orta derecelere kadar birçok uçucu organik madde de akut reaksiyonlara neden olabilir.

Harici Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler:

Bir binanın taze hava olarak aldığı hava; çevredeki diğer binalardan atılan hava olabilir. Binalarda emiş menfezlerinin, pencere ve açıklıkların yanlış yerleştirilmesi; motorlu araçların ve binaların (banyo ve mutfaklardan kaynaklanan) egzoz gazlarının, tesisatlardan kaçan gazların binaya kolayca girmesine sebep olur. Bunun yanında çeşitli yanma ürünleri de binaya yakınlardaki garajlardan girebilir.

Biyolojik Kirleticiler:

Bakteri, küf, polen ve virüsler en genel biyolojik kirleticilerdendir. Bu kirleticiler kanallar, nemlendiriciler veya drenaj tavasında

biriken durgun sularda veya çatı, döşeme veya izolasyonda toplanan sularda çoğalıp büyüyebilirler. Kimi zaman da böcek veya kuş pislikleri de biyolojik kirlenmeye neden olabilir. Öksürük, göğüs sıkışması, yüksek ateş, titreme, kas ağrısı ve mide tahrişatı ve üst solunum yolu tıkanıklığı, allerjik tepkiler biyolojik kirleticilerin yol açtığı rahatsızlıklardandır. Legionella bakterisi de bilindiği üzere Lejyoner hastalığına ve ateşe neden olmaktadır.

Radon ve Asbest:

Hasta bina sendromu ve bina bağlantılı hastalıklar akut veya orta dereceli sağlık sorunlarına neden olabilirken, radon ve asbest vucuda alındıktan uzun süre sonra zararlı etkilerini gösterir. Bu iki madde bir binanın iç hava kalitesinin çok yönlü değerlendirilmesinde detaylı olarak ele alınmalıdır.

Bu öğeler bir arada etkili olabileceği gibi yetersiz sıcaklık, nem veya ışığın yetersiz olduğu koşullarda diğer unsurların zararını arttırabilir.

5.3.3. İç Hava Kalitesinin Geliştirilmesi İçin Yöntemler

İç hava kalitesinin geliştirilmesi için yöntemler belirlidir. 1) Öncelikle kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması gerekir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı v.s. malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir. 2) Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi alanlarda kirlenmeye neden olan kaynakları belirler. 3) İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi. Bu yöntem kirlenmeye neden olan maddelerin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeniyle tam başarıyla kullanılamamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış havanın da temiz olarak nitelenmesinin mümkün olmadığı pek çok bölgede tek etkin yöntem temizleme olmaktadır. 4) İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde hala en yaygın kullanılan ve en etkin yöntem havalandırma. Yeterli miktarda taze havanın iç mekanlara verilmesiyle içrideki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir.

Kirlenmeye Neden Olan Kaynağın Ortadan Kaldırılması veya Değişimi:

Bu yöntem kirlilik kaynağının bilindiği ve kontrolünün mümkün olduğu durumlarda iç hava kalitesiyle ilgili sorunların çözümlenmesinde oldukça etkilidir. Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Binanın çelik tavan kaplamasının değiştirilmesi, sigara odalarının izolasyonu, kirlenmeye neden olan kaynağın dışarıdan hava alacak şekilde yerleştirilmesi, boyaların, yapıştırıcı, solvent ve böcek zehirlerinin iyi havalandırılan alanlarda depolanması ve bu zararlı maddelerin bina sakinlerinin binada olmadığı zaman dilimlerinde kullanılması konu ile ilgili sayılabilecek diğer önlemlerdir. Binaların bakımı yapıldıktan sonra belli bir süre zehirli maddelerin etkisinin geçmesi için binaya girilmemelidir.

Havalandırma Oranını Arttırmak:

Bir binadaki kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını arttırmak genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak iç hava kalitesinin sağlanması açısından havalandırma kilit parametredir. Binaların havalandırma sistemle-

ri tasarımı, yerel bina standartlarını karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Gerektiğinde inisiyatif kullanarak standartların üzerinde havalandırma yapılması öngörülebilir. Binada yüksek kirlenmeye neden olan kaynağı çok kuvvetli olduğu hallerde, yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. Kirli havanın belli bölgelerde yoğun olarak toplanmış olduğu dinlenme, fotokopi ve baskı odası gibi odalarda yerel egzoz sistemi kısmen de olsa kullanılabilir.

Hava Temizleme:

Hava temizleme kaynak kontrolünde ek bir metot olarak kullanılabilir de uygulanma alanı oldukça limitlidir.

Fırın filtreleri gibi parça kontrolünde kullanılan cihazlar ucuz fakat küçük parçacıkların tutulmasında yetersizdir.

Çok küçük parçacıkların tutulmasında kullanılabilir yüksek kapasiteli hava filtreleri ise montaj ve işletim açısından oldukça pahalıdır. Gaz fazdaki kirliliklerin tutulmasında ise mekanik filtreler yetersizdir. Bu tarz gaz fazındaki kirlilikler adsorbent tutucular kullanılarak atılabilir ancak bu cihazlar pahalıdır ve çok sık filtre değiştirilmesi gerekir.

5.4. HAVALANDIRMA MİKTARLARI

Bin dokuz yüzlü yılların başından ortalarına kadar binalardaki havalandırma miktarı standardı her bir bina sakini için 7 L/s iken, 1973'deki petrol ambargosunun sonucu enerji tasarrufu kaygısıyla havalandırma miktarının kişi başına 2,36 L/s'ye kadar düştüğü görülmektedir. Çoğu durumda 2,36 L/s'ye düşen bu dış hava miktarının, hem konfor hem de sağlık şartlarını karşılamakta yetersiz kaldığı görülmüştür. Yetersiz havalandırma; ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimsiz çalışmasının da bir sonucu olarak karşımıza çıkabilir. Eğer bir binanın HVAC sistemi havayı insanlara efektif bir şekilde dağıtıyorsa bu hasta bina sendromunda önemli bir etken olarak karşımıza çıkabilir. Minimum enerji tüketimiyle kabul edilebilir bir iç hava kalitesine ulaşabilmek için ASHRAE kişi başına düşen dış hava miktarını bir standarda bağlamıştır.

ASHRAE Standard 62'ye göre, eğer dış hava kalitesi yeterli ise, **Tablo 5.3'de** gösterilen miktarlarda dış hava söz konusu hacimlere temin ediliyorsa, istenilen iç hava kalitesi elde edilir. **Tablo 5.3 A, B ve C'de** dış hava miktarları kişi başına L/s veya alan başına L/s.m² verilmiştir. Ancak söz konusu havalandırma değerleri hala tartışılmakta olan değerlerdir. Yeterli havalandırma, kaynaktan bağımsız olarak, her koşul için geçerli genel değerlerle temin etmek mümkün değildir. Belki de havalandırma miktarları, aynı ısı kaybı ve kazancı hesaplarında yapıldığı gibi, her bina için kaynak tanımına bağlı olarak hesaplanmalıdır. Böyle bir hesap yöntemi, kaynak tanımları yapılamadığı ve zararlı düzeyleri belirlenemediği için günümüzde verilememektedir.

Buradan hareketle son yıllarda gelişen tekniklerden biri talep kontrollü havalandırma. Bu sistemde hava kalite sensöründen veya CO₂ sensöründen kumanda alan bir havalandırma sistemi ihtiyaç olduğunda ve talep geldiğinde devreye girmektedir. Özellikle kafe, bar gibi yoğun havalandırma gereken ve büyük havalandırma enerjisi tüketimi olan yerlerde bu sistem giderek yaygınlaşmaktadır.

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Kuru temizleme, çamaşırhane Ticari çamaşırhane Ticari kuru temizleyici Depo Jetonlu çamaşırhane Jetonlu kuru temizleme	10 30 30 20 20	13 15 18 8 8		Kuru temizleme işlemleri daha fazla hava gerektirebilir.
Yiyecek ve içecek hizmeti Lokanta Kafeterya, fast food Bar, kokteyl salonu	70 100 100	10 10 15		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Mutfaklar (pişirme)	20	8		Davlumbaz egzozu, besleme havası için daha fazla havalandırma havası gerekebilir. Dış havanın ve komşu alanlardan alınan kabul edilebilir kalitedeki havanın toplam 7.5 L/sm ² değerinden az olmayacak bir egzoz miktarına yeterli olmalıdır.
Garajlar, tamirhaneler Servis istasyonları Kapalı garajlar Otomobil tamirhaneleri			7.5 7.5	İnsanlar arasındaki dağıtım çalışma yerleri ve çalışan makinelerin yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Motorların çalıştığı standlar, motor egzozunu dışarı zorlamış olarak atan sistemleri içermelidir. Kirlenmiş sensörleri havalandırmanın kontrolü amacı ile kullanılabilir.
Alışveriş merkezleri satış katları ve show room katları Bodrum ve zemin Üst katlar Depo odaları Soyunma odaları Yürüme alanları (moller) Yükleme ve kabul alanları Depolar Sigara odaları	30 20 15 20 10 5 70	 30	1.50 1.00 0.75 1.00 1.00 0.75 0.25	Normal olarak transfer havası ile beslenir ve yerel egzoz yapılır. Resirkülasyon tavsiye edilmez.
Özel dükkanlar Berber Güzellik salonları Zayıflama salonu Çiçekçi Mobilya giyim Hırdavat, ilaç Süpermarket Hayvanat	25 25 20 8 8 8	8 13 8 8 8 8	1.50 5.00	Bitki büyümesini en iyi sağlayan hava miktarı, havalandırma ihtiyacını belirler.
Spor ve eğlence Seyir salonları Oyun salonları Buz pisti (oyun alanları) Yüzme havuzları Oyun katları Disko ve balo salonları Bowling salonları (oturma bölgesi)	150 70 30 100 70	8 13 10 13 13	2.50 2.50	Oyun alanlarının bakımı için içten yanmalı motorlu araçlar kullanılıyorsa havalandırma miktarı artırılmalıdır. Nem kontrolü için daha yüksek değerler gerekebilir.
Oteller, moteller, dinlenme yerleri, yurtlar Yatak odaları Oturma odaları Banyolar Lobiler Konferans salonları Toplantı salonları Yurt uyuma alanları Kumar salonları	30 50 120 20 120	8 10 8 8 15	L/s oda 15 15 18	Odaların boyutlarından bağımsız olarak Kesikli kullanım için tesis edilen kapasite Yiyecek ve içecek hizmetleri, alışveriş, berber ve güzellik salonları kısımlarına da bakılır. İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Ofisler Ofis alanları Kabul alanları	7 60	10 8		Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir. İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.

Tablo 5.3 A. TİCARİ TESİSLER İÇİN (OFİSLER, DÜKKANLAR, DEPOLAR, OTELLER, SPOR TESİSLERİ) TAVSİYE EDİLEN MİNİMUM DIŞ HAVA MİKTARLARI

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Haberleşme merkezleri	60	10		
Konferans salonları	50	10		
Halka açık alanlar				
Koridorlar			0.25	
Genel tuvaletler		25		Hiç geri dönüşsüz mekanik egzoz tavsiye edilir.
Soyunma odaları			2.5	
Sigara odaları	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Geri dönüş (resirkülasyon) tavsiye edilmez.
Asansörler			5.0	Normal olarak transfer havası ile (komşu hacimlerden gelen) beslenir.
Tiyatrolar				Özel sahne efektlerini karşılamak üzere özel havalandırma gerekecektir.
Bilet gişeleri	60	10		
Lobiler	150	10		
Salon	150	8		
Sahne ve stüdyolar	70	8		
Taşımacılık				Taşıtlardaki havalandırma özel olarak ele alınmalıdır.
Bekleme salonları	100	8		
Platformlar	100	8		
Taşıtlar	150	8		
İşyerleri				-23 °C ile + 10 °C arasında tutulan hacimler eğer sürekli insan bulunmuyorsa bu şartların kapsamına girmez. Komşu hacimlerden havalandırmaya müsaade edilir. Soğuk odalara giriş çıkış yapılıyorsa meydana gelen enfiltrasyon yeterli havalandırmayı sağlar.
El işleme	10	8		
Fotoğraf stüdyosu				
Karanlık oda	10	8	2.50	
Eczane	20	8		
Banka	5	8		
Fotokopi ve baskı			2.50	Buraya tesis edilecek cihaz zorlanmış egzoz ve arzu edilmeyen kirlenmelerin kontrolü özelliklerini sağlamalı.

Tablo 5.3 A. (Devam)

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Okullar				
Sınıf	50	8		
Laboratuvar	30	10		Laboratuvarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirlenici kontrol sistemleri gerekebilir.
Eğitim salonu	30	10		
Müzik odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma odası			2.50	
Koridor			0.50	
Spor salonu	150	8		
Sigara salonu	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Dönüşü olmayan yerel mekanik egzoz tavsiye edilir.
Hastaneler, bakımevleri				
Hasta odaları	10	13		Özel şartnameler ve standartlar min. hava miktarı ve filtre seçimini belirleyebilir. Daha fazla kirlenici doğuran işlemler daha yüksek havalandırma miktarları gerektirebilir.
Tıbbi işlem	20	8		
Ameliyathane	20	15		
Yoğun bakım üniteleri	20	8		
Otopsi odası			2.50	Hava başka hacimlere resirküle edilmeyecektir.
Fiziksel tedavi	20	8		
Hapishaneler				
Hücreler	20	10		
Yemek salonu	100	8		
Gardiyan istasyonu	40	8		

Tablo 5.3.B. ENSTİTÜLER

Uygulama	Dış ihtiyacı	Açıklamalar
Oturma alanları	Kişi başına 7.5 L/s değerinden az olmamak üzere saatte	Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dahil edilmelidir. Havalandırma normal olarak enfiltrasyonla sağlanır. Çok sızdırmaz olarak yapılan odalardaki şömine ve soba gibi elemanlara yakma havası ilave olarak temin edilmelidir. Yatak odalarındaki insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir. Eğer daha yüksek kullanım olduğu biliniyorsa hava ona göre artırılmalıdır.
Mutfaklar	50 L/s kesintili veya 12 L/s sürekli veya açılabilir pencere	Tesis edilen, mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
Banyolar Tuvaletler	25 L/s kesintili veya 10 L/s sürekli veya açılabilir pencere	Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi
Garajlar Her apartman dairesi için ayrı	(50 L/s) araba başına	Normal olarak enfiltrasyon veya doğal havalandırma sağlanır. Kapalı garajlara bakınız.
Ortak hacimler	7.7 L/sm ²	

Tablo 5.3.C. KONUTLAR

Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi	Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi
Toplantı salonları	4-8	Egzoz	Mutfaklar, domestik	15-25	Egzoz
Oditoryumlar	6-8	Egzoz ve besleme	Mutfaklar, ticari	15-30	Egzoz, ekipmanı kontrol et
Pasta, fırın	20-30	Egzoz	Laboratuvarlar	8-15	Egzoz, asit dirençli filtre tipi
Banyolar domestik	5-7	Egzoz	Çamaşırhaneler	10-20	Egzoz
Banyolar genel	7-10	Ön ısıtılmış hava besleme	Kütüphaneler	4-5	Egzoz ve besleme
Güzellik salonları	8-12	Egzoz ve besleme	Asansörler	5-7	Egzoz
Kafeler	10-12	Egzoz	Asansör makina odası	10-30	Egzoz ısıyı hesapla
Kumarhaneler	8-12	Egzoz ve besleme	Makina daireleri	10-40	Egzoz ısıyı hesapla
Sinemalar	5-8	Egzoz ve besleme	Ofisler	4-8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4-5	Egzoz	Lokantalar	8-12	Egzoz ve besleme
Konferans salonları	5-8	Egzoz ve besleme	Tuvaletler, domestik	4-5	Egzoz
Soyunma odaları	6-8	Egzoz	Tuvaletler, genel	8-15	Egzoz
Boyahaneler	5-15	Alev geçirmez, asite dayanıklı	Dershaneler	5-7	Egzoz
Motor odaları	15-30	Egzoz, ısıyı hesapla	Dükkanlar	4-8	Egzoz
Dökümhaneler	5-15	Egzoz, ısıyı hesapla	Duşlar	15-25	Egzoz
Garajlar	5-7	Egzoz	Süpermarketler	10-15	Egzoz ve besleme zonlamayı kontrol et
Jimnastik salonları	4-6	Egzoz	Yüzme havuzları	10-15	Egzoz ve ısıtılmış besleme, nemi kontrol et
Kuaförler	10-15	Egzoz	Tiyatroler	5-8	Egzoz ve besleme
Hastaneler, hasta odaları	6-8	Egzoz	Kaynak atölyeleri	20-30	Zonlanmış egzoz ekipmanı kontrol et
Hastaneler, ameliyathaneler	10-15	Egzoz, besleme filtre tipini kontrol et			

Tablo 5.4. TAVSİYE EDİLEN SAATTEKİ HAVA DEĞİŞİM SAYILARI

5.4.1. Hava Debisi ve Hava Değişim Sayısı

Bir hacme gönderilecek veya çekilecek hava miktarı kirleticilerin veya kokunun yoğunluğuna bağlıdır. Endüstriyel ve ticari uygulamalarda üretilen ısı ve prosese bağlı olarak ilave artırım faktörleri gereksinimlidir. Saatteki hava değişim sayısı, bir odaya beslenecek taze hava miktarının hesaplanmasında önemli bir faktördür. **Tablo 5.4'de** Avrupa tarafından tavsiye edilen hava değişim sayıları verilmiştir. Bu değerler DIN 1976 T.2 üzerinde çalışan yerel otoriteler tarafından teklif edilmiştir. Bu hesaplar da kişi başına hava ihtiyacı 20 - 50 m³/h arasında bir değer olarak gözönüne alınmıştır.

5.5. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

1. Proje firması, uygulama firması ve binanın işletme/bakım

grubunun kendi aralarında ve mal sahibiyle, binanın hijyen standardının VDI 6022'de belirtilen hususlara uygunluğu konusunda mutabakat sağlanmalıdır.

2. Projenin gerek uygulaması sırasında, gerekse işletmesi süresince sistemin temiz tutulmasına yönelik yazılı bir hijyen yönetmeliği hazırlanmalıdır.
3. By-pass ihtimalinin önlenmesi için binadaki taze hava alış ve egzoz havası atış noktaları projelerde sarıh bir şekilde belirtilmeli, uygulama firması bu noktaların uygunluğunu çevre şartlarını da (ağır trafik, ses seviyeleri, çevre bina bacaları ve egzoz atışları gibi) göz önüne alarak kontrol etmelidir. Bir değişiklik söz konusu ise proje firması ile protokol düzenlenmelidir.
4. %100 iç hava çalışan sistemlerde mahal havası içindeki zararlı madde (mikroorganizmalar, koku, toz, v.s) konsantrasyonunun zamana bağlı olarak izin verilen sınırların üzerine çıkmamasına yönelik tedbirler saptanmalıdır. (Mahal havası zararlı madde konsantrasyonu tablosu)

5. Proje teknik şartnamesi, havalandırma ve klima cihazlarının VDI 6022'ye uygunluğu şartını içermelidir.
6. Teknik hacimlerde cihazların ve tesisatın bakım ve temizliğinin yapılabilmesi için gereken şartlar sağlanmalıdır.
7. Havalandırma santrallerinde minimum F7 klasında filtre öngörülmalıdır.
8. Hava filtrelerinden 3 gün süreyle ortalama %80 veya daha fazla relatif nem oranında havanın geçmesi halinde filtrelerin neme karşı korunmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.
9. Soğutma bataryalarının kondens tavaları ve/veya sulu nemlendiricilerin su rezerv depoları korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır.
10. Projelerde ve teknik şartnamelerde sulu nemlendiricilerin su rezerv depolarındaki ve boru tesisatındaki suyun gerektiği hallerde boşaltılmasını sağlayan düzenekler spesifikasyonla belirtilmelidir.
11. Nemlendirici hücrelerinde kimyasal dezenfeksiyon yapılması halinde insan sağlığına zararlı olmayacak konsantrasyonlar belirlenmeli ve kontrol edilmelidir.
12. Klima santrallerinde damla tutuculardan geçen havanın geçiş hızı max.3,5 m/s olmalıdır.
13. Radyal fanların gövdelerinde (salyangoz kısmında) fan içinde oluşabilecek suyun drenajını sağlayan bir boşaltma tapası veya bir kontrol kapağı (d > 400 mm olan fanlarda) bulunmalıdır.
14. Isı geri kazanımı bulunan hava santrallerinde sızdırmazlık faktörü B (VDI 2071, Tablo 4) belirlenen max. değerin altında olmalıdır.
15. Tariflenen temizlik yöntemlerine uygun olarak kanal sistemlerinde yeterli sayı ve büyüklükte kontrol/müdahale kapağı konmalıdır.
16. Yangın damperi ve volüm damperleri için kontrol/müdahale kapakları konmalıdır.
17. Tüm havalandırma cihazları fabrika çıkışından işletmeye alma aşamasına kadar geçen süreçte koruma ambalajlarına haiz olmalıdır.
18. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapıları ısı köprülerine izin vermemelidir. Modüler hücrelerdeki sızdırmazlık contaları kapalı hücreli özellikte olmalıdır.
19. Her filtre kademesine gereken hassasiyette fark basınç monometresi monte edilerek filtre kirlilikleri gözlenmelidir.
20. Damla tutucular temizlenebilmesi için sökülebilir olmalıdır. (Servis kapısı !)
21. Soğutucu bataryaların kondens tavaları çıkışına uygun yükseklikte sifon monte edilmeli ve drenaj borusu yeterli çapta ve eğimde çekilmelidir.
22. Filtrelerin kirlilik seviyesini proje ve şartnamelerde belirtilmelidir. Ayrıca stoktaki filtrelerin (yedek filtreler) max. depolanma süresi bilinmeli ve bunlar kuru ve tozdan arındırılmış mahallerde olmalıdır.
23. Buharlı nemlendiricilerde oluşan kondensin nemlendiriciden sonraki hücrelere ve hava kanallarına girmesi önlenmelidir. (Nemlendirici hücre uzunluğunun kontrolü !)
24. Soğutma ve ısıtma bataryalarının hava tarafı basınç kayıplarının periyodik ölçümü için test noktaları tesis edilmelidir.
25. Soğutucu ve ısıtıcı bataryalar kolayca çıkarılabilir olmalıdır.
26. Havalandırma ve klima santral kombinasyonunda soğutucu bataryadan sonra susturucu ve/veya filtre hücresi bulunmalıdır.
27. Kayış – kasnak tertibatlı üfleme fanlarından sonra bir filtreleme yapmak tavsiye edilmelidir.
28. Tüm havalandırma cihazları şantiyelerde uygun koşullarda depolanmalı ve montajları süresince temiz tutulmalıdır. Özellikle hava ile temas eden yüzeylerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.
29. Hava kanalı montajlarında gün sonunda açık olan ağızlar kapatılmalı ve kanal içlerinin kirlenmesi önlenmelidir.
30. İşletmeye alma ve kabul çalışmaları VDI 6022'ye göre yapılmalıdır.
31. İşletme grubu ve/veya firmasının elemanları VDI 6022 Blatt 1 / 2' de işlenen kalifikasyona haiz olmalıdır.
32. Sistemde işletme sırasında yapılması gereken hijyenik kontroller, temizlik çalışmaları, dezenfeksiyon işlemleri yazılı olarak hazırlanmalı ve binanın işletmesinden sorumlu en yetkili kişi tarafından kontrol edilmelidir.
- Önemli not :** Avrupa'da özellikle yoğun insan bulunan tesislerde (oteller, iş merkezleri, alışveriş merkezleri v.s.) bina hijyen sorumlusu istihdam edilmektedir.
33. Filtre değişimlerinin kaydı tutulmalıdır.
34. Tüm sistem elemanları için periyodik bakım prosedürü uygulanmalıdır.
35. Tüm drenaj tavalardan suyun gittiği kontrol edilmelidir.
36. Sulu nemlendiricilerin su rezerv tankları sistem 48 saatten uzun bir süre içinde çalıştırılmıyorsa otomatik boşaltma/doldurma sistemine haiz olmalıdır. (Aynı önlemler soğutma kuleleri için de tavsiye edilmektedir.)
37. Nemlendiricilerde kullanılan suyun analizleri 14 günde bir yapılmalıdır.
38. Kimyasal temizlemede kullanılan maddelerin insanlara zarar vermemesi sağlanmalıdır.
39. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapısı hijyenik olmalıdır.
 - Hücrelerin iç yüzeyleri düzgün, toz tutmayacak şekilde olmalıdır.
 - Cihazlar sızdırmaz olmalıdır.
 - Isı köprüsü bulunmamalıdır.
 - Kolay temizlenmesi yönünden plug fanlar tercih edilmelidir.
 - Kanal bağlantısı için flexible bağlantı parçaları hijyenik malzemeden olmalıdır.(Branda bezi asla kullanılmamalıdır.)
40. Hava yıkayıcı ve sulu nemlendiricilerde hijyen otomasyonu yapılmalıdır. (Akşamları su rezerv tankları otomatik olarak boşaltılmalı, kuru çalıştırma yapılmalı; sabahları otomatik su doldurma sağlanmalıdır. Bu şekilde litaratürde Pazartesi ateşi denilen sendromun önlenmesi sağlanmalıdır.)

5.6. LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI KLİMA TESİSATINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığı son yıllarda daha çok görülür veya bilinir hale gelmiştir. Bu konudaki kayıtlar çok sağlıklı değildir. Bu hastalığın tanısıyla kayda geçen çok üzerinde var olduğu bilin-

mektedir. Hastalık tanındıkça kayıtları daha sağlıklı bir hale gelmektedir. Örneğin, İngiltere’de yılda 1000 üzerinde hasta, hastane kayıtlarında yer almaktadır. Bu hastalık, **Lejyonella bakterisi (Legionella pneumophilla)** tarafından oluşturulan ve ölüme yol açabilen ciddi bir **zatürre hastalığı** biçimidir. Lejyonella nemli ve sulu ortamda yaşar ve çoğalır. En yaygın bulaşma yolu binalardaki sıhhi tesisat ve klima tesisatıdır. Özellikle oteller, hastaneler iş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük sistemlerde karşılaşılır.

- 1- Solunabilen aerosolde (pülverize haldeki su ile hava karışımında) su tanecik büyüklükleri **1 ile 5 mikron** çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar. Çünkü 5 mikron ve altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar geçebilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılmaz. Öte yandan küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere (soğutma kulelerinden 3 km mesafelere kadar) taşınabilir.
- 2- Lejyoner hastalığının oluşabilmesi için Lejyonella bakterisi ile **kirlenmiş suyun aerosol halinde solunması** gerekir. Böylece **mikrop akciğere ulaşarak** hastalığı oluşturabilir.
- 3- **Hastalık riski solunan mikrop sayısı ile orantılıdır.** Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde Lejyonella ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, aynı oranda hastalığa yakalanma riski vardır.
- 4- Bir diğer önemli risk faktörü de **temas süresidir. Duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesinde**dir. Halbuki bir **terapi havuzunda veya jakuzide bu süre daha uzundur.** Örneğin bir **soğutma kulesinden** kaynaklanarak kirlenmiş bir binada ise her gün **8-10 saat temas süresi** söz konusudur. Hastanelerde veya evlerde karşılaşılan bazı özel durumlarda ise sürekli temas mümkündür.

5.6.1. Tesisatta Lejyonella Potansiyeli Olan Yerler

Lejyonella’nın büyümesi için:

a- Sıcaklık

20 °C’nin altındaki sıcaklıklarda üreme miktarı önemsizdir. En uygun sıcaklık aralığı 25-45 °C arasındır. En uygun sıcaklık ise; 37 °C olarak saptanmıştır. 37 °C sıcaklıkta ve uygun ortamda ~ 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak patlama yaparak tehdit edici boyuta ulaşır.

- 46 °C sıcaklıkta : üremesi durur.
- 50 °C sıcaklıkta : birkaç saat yaşayabilir.
- 60 °C sıcaklıkta : ömrü dakikalar mertebesinde.
- 70 °C sıcaklıkta : yaşam şansı sıfıra yakındır.

b- Suyun pH değeri : 6,9 en uygun değerdir.

c- Ortamdaki **demiroksit** büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.

d- **Hijyen** : Kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.

Binalardaki klima tesisatında karşılaşılan tipik tasarım sıcaklıkları göz önüne alındığında, Lejyonella için en uygun büyüme ortamları:

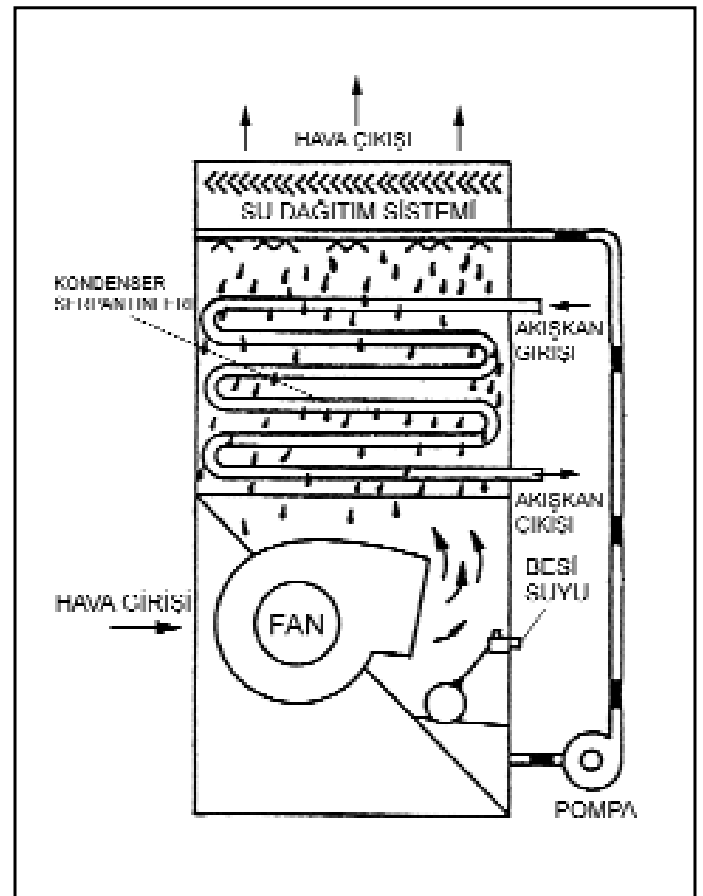
1. Soğutma kuleleri
2. Buharlaşmalı kondenserler
3. Nemlendiriciler (özellikle sulu tip) olarak sayılabilir.

Soğutma kuleleri ve buharlaşmalı kondenserlerden kaynaklanan aerosollerin uzun mesafelere taşınabildiği ve hastalığa neden oldukları bilinmektedir. **Sulu tip nemlendiriciler** ciddi risk kaynağını oluşturabilir.

5.6.2. Soğutma Kuleleri Ve Buharlaşmalı Kondenserler

Soğutma kulelerini kapalı devreli ve açık devreli olarak ikiye ayırmak mümkündür.

1. Kapalı devre soğutma kuleleri (ve buharlaşmalı kondenserler) Kapalı devre soğutma kulelerinde, **Şekil 5.5’de** görüldüğü gibi, soğutulmak istenen proses akışkanı (chiller devresinde dolaşan su) hava ile doğrudan temasta değildir. Su borularının içindedir. Boru dışında boruları ıslatan ve hava ile temasta olan sekonder devre suyu, açık devreli soğutma kulelerine göre çok daha az miktardadır. Sekonder devrede dış borulama genellikle yoktur. Su tamamen cihaz içinde sirküle eder.



Şekil 5.5. KAPALI DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ

2. Açık devre soğutma kuleleri

Şekil 5.6’da görülen açık tiplerde ise, soğutma suyu tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Doğrudan bu suyun üzerinden geçen hava buharlaşmayla soğurken, bir kısım suyu aerosol şeklinde sürükler. Her ne kadar su tutucu perdelerde sürüklenen suyun bir kısmı tutulsa da genellikle 5 mikron altındaki su zerrecikleri sürüklenerek etrafa yayılır. Damla tutucu olmadan sürüklenen su, resirküle eden suyun %1’i mer-

teri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi; kireçlenme-
yi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

- 5) Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerden biridir.
 - a) Üç günden uzun süreli durdurulmalarda sistemin (soğutma kulesi havuzu, borular, ısı değiştirgeçleri vs.) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur.
 - b) Eğer kısa süreli durdurulmalarda drenaj pratik değilse; bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan önce ön şartlandırma ile soğutma kulesindeki su dezenfekte edilmelidir.
 - c) Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin **konstrüksiyonunda ve işletiminde** ise özetle aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- 1) Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- 2) Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- 3) Enjektör prensibi ile çalışan soğutma kulelerinin:
 - a- Su yüksek basınçlı pülverize edildiği için dezavantajı
 - b- Kule içinde dolgu malzemesi olmadığından temizlik kolaylığı için de avantajı vardır.
- 4) Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- 5) Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır. (Az da olsa kule verimini de artırır.)
- 6) Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- 7) Su toplama çukuru; çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile en alttan gerçekleştirilmelidir.
- 8) Bütün drenajlarda havallıklar ve süzgeçler bulunmalıdır.
- 9) Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
- 10) Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- 11) Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
- 12) İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.

5.6.3. SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM

Sistemi operasyona alacak olan elemanlar, soğutma kuleleriyle ilgili olarak eğitilmiş olmalı ve de bu tarz bir sistemi çalıştırmaya yatkın olmalıdırlar. Sistem işletimi sırasında meydana çıkacak kritik değerler kaydedilmelidir. Prosedürler normal kontrol parametrelerini ve sınırlarını belirlemelidir.

Çalışanlar normal şartlar dışında çalışma durumlarından haberdar olmalıdır ve su kalitesi üzerinde belli aralıklarla testler yapılmalıdır. Bu kontrollerin arasındaki süre 1 ayı geçmemelidir ve hastane gibi bakterilere duyarlı ortamlarda bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Bu durumlarda kullanılan mikrobiyolojik slaytlar faydalı olsa da bunlar sadece kulenin bakım kalitesiyle ilgili bilgi verir ve su içindeki lejyonella bakterisiyle doğrudan alakası yoktur.

Suyun elektrik iletkenliğinde değişimi belirleme ise, su içindeki çözünmüş madde miktarındaki değişimin ölçümünde bir yol olarak kullanılabilir.

Bakım

Basit fakat ayrıntılarıyla yazılmış bir bakım şartnamesi bu tesisatlar için çok önemlidir.

Bu şartnamelerde bakım aralıkları, kontrol prosedürleri ve temizliğin hangi yöntemlerle yapılacağı açıkça belirtilmelidir.

Üreticinin isteği standart bakım dışında sistemin genel çalışması da incelenmelidir. Otomatik kontrol ünitesinin tüm kısımları test edilmelidir. Kondaktivite kontrol cihazı eğer monte edilmişse kalibre edilmelidir. Bu cihaz, su içinde çözünmüş madde miktarının değişimini belirlemesinden dolayı çok önemlidir.

Püskürtme ve su dağıtım sistemleri kontrolünde görsel bakım yapılabilir. Bu anda malzemelerin iyi durumda olup olmadığı ve kötüye gidip gitmediği kontrol edilebilir. Bu sürüklenme önleyici elemanlar için de aynı şekilde önemlidir.

Lejyoner hastalığı salgını, genelde kulelerin uzun süre durmadan sonra devreye alınmasıyla ortaya çıkar. Bütün soğutma kuleleri senede en az bir kere tamamen temizlenmelidir. Bu, hastaneler için DHS standartlarına göre senede iki keredir.

Sistemde yapılan kontrolün frekansına, olağan kontrollerin sonucunda karar verilmelidir.

Eğer sistem sadece yaz mevsiminde kullanılıyorsa, kuleyi sistem devre dışı kaldığı ilk anda temizlemek en doğrusudur. Sistemi yazın devreye almadan önce de dezenfekte edip kontrol etmek de gereklidir.

Suda, sistemin temizlenmesinden önce temizliği yapacak kişileri korumak amacıyla, 5 ppm derişiklik olacak şekilde klorlama yapmak gereklidir. Sudaki serbest klor miktarını belirlemek için en basit ve hızlı yöntem Palin-PPD metodudur. Bu kalorimetrik bir yöntemdir ve örnek alınan suya bir takım kimyasal tabletler eklenerek suyun sonuç rengine bakılır.

Klorlama işlemi iki basamak halinde yapılmalıdır. İlk basamak sistem suyundaki serbest klor miktarını belirlemektedir. Klor organik bileşiklerle çok çabuk reaksiyona girdiğinden dolayı muhtemelen teorik olarak hesaplanan miktardan fazlası gerekecektir. İkinci olarak da klorun veriminin pH 7'nin üzerindeki değerlerde hızla düştüğü unutulmamalıdır. Klordan en yüksek verimi alabilmek için pH değerini 7'nin üzerine çıkarmayan maksimum dozajı vermek gerekir.

Temizleme operasyonu klorlanmış suyun sistemden atılmasıyla sona erer. Bakım ayrıca sürüklenme önleyiciler ve dolgu malzemesinin temizlenmesini içerir. Ayrıca bu işlem sırasında hasar gören parçalar da değiştirilmelidir.

Havuz tamamen boşaltılıp temizlenmeli, tüm organik maddeler ve tortulardan arındırılmalıdır.

Sistemdeki tüm süzgeçler, emme tarafı da dahil olmak üzere temizlenmelidir.

Kış döneminden devreden çıkarılırken sisteme inhibitör ve antifreeze eklenmelidir.

Sistem tekrar devreye alınmadan önce tüm su akıtılmalı, tazyikli su ile temizlenmeli ve taze suyla doldurulmalıdır. 15 ppm miktarında klorla en az iki saat reaksiyona sokulmalıdır.

Eğer 5 ppm klor kullanılacaksa bu süre 6 saate çıkarılmalıdır. Burada önemli olan önerilen **konsantrasyonla** uygun kontak zamanını bulmaktır.

Bütün sene kullanılan kuleler içinse; sistem temizlenip taze suyla doldurulduktan sonra 15 ppm konsantrasyonunda tutulmalı ve pH 7'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. İşlemden geçirilen su, kule de dahil olmak üzere tüm sistemde en az iki saat sirküle edilmeli. Bu sırada efektif klor konsantrasyonu da sağlanmalıdır. Klorlu su sonra boşaltılmalı ve sistem taze suyla doldurulmalıdır ve standart kimyasal su temizleme işlemlerine devam edilmelidir.

İç bakım ve temizleme için normal koruyucu kıyafet yeterlidir. Basınçlı temizleme aerosol oluşuma neden olduğu için tavsiye edilmez. Eğer tesisatta buna gerek duyulursa özel kıyafet giyilmeli ve artı basınç maskesi bulundurulmalıdır.

Acil Dezenfeksiyon Prosedürü

- 1- Eğer mümkünse soğutma kulesi üzerindeki ısı yükü kaldırılmalıdır.
- 2- Soğutma ekipmanıyla ilgili fanlar kapatılmalıdır.
- 3- Sistem durdurulmalı ve tamamlama suyu vanaları açık ve çalışır olmalıdır.
- 4- Temizleme prosedürü sona erene kadar binanın hava emiş menfezleri kapatılmalıdır.
- 5- Resirküle su pompalarının çalıştırılmasına devam edilmelidir.
- 6- 25-50 ppm serbest halojen kalmasını sağlamak için yeterli biosid eklenmelidir.
- 7- Yeterli miktarda köpük önleyici ya da biodispersan eklenmelidir.
- 8- 24 saat boyunca 10 ppm'lik serbest halojen kalması sağlanmalıdır. Bu 10 ppm'in korunması için daha fazla biosid ortama eklenebilir.
- 9- Sistem pH'ı ölçülmelidir. Yüksek pH'larda halojen dezenfeksiyon hızı yavaşladığı için ortama asit ilave edilebilir ya

da devir azaltılabilir. Böylece pH, klor bazlı biosidler için 8 ya da brom bazlı biosidler için 8.5 altında tutulabilir.

10- Sistemin drenajı kanalizasyona yapılmalıdır. Eğer drenaj izin alınarak bir yüzey suyuna yapılacaksa dehalojenizasyona ihtiyaç duyulacaktır.

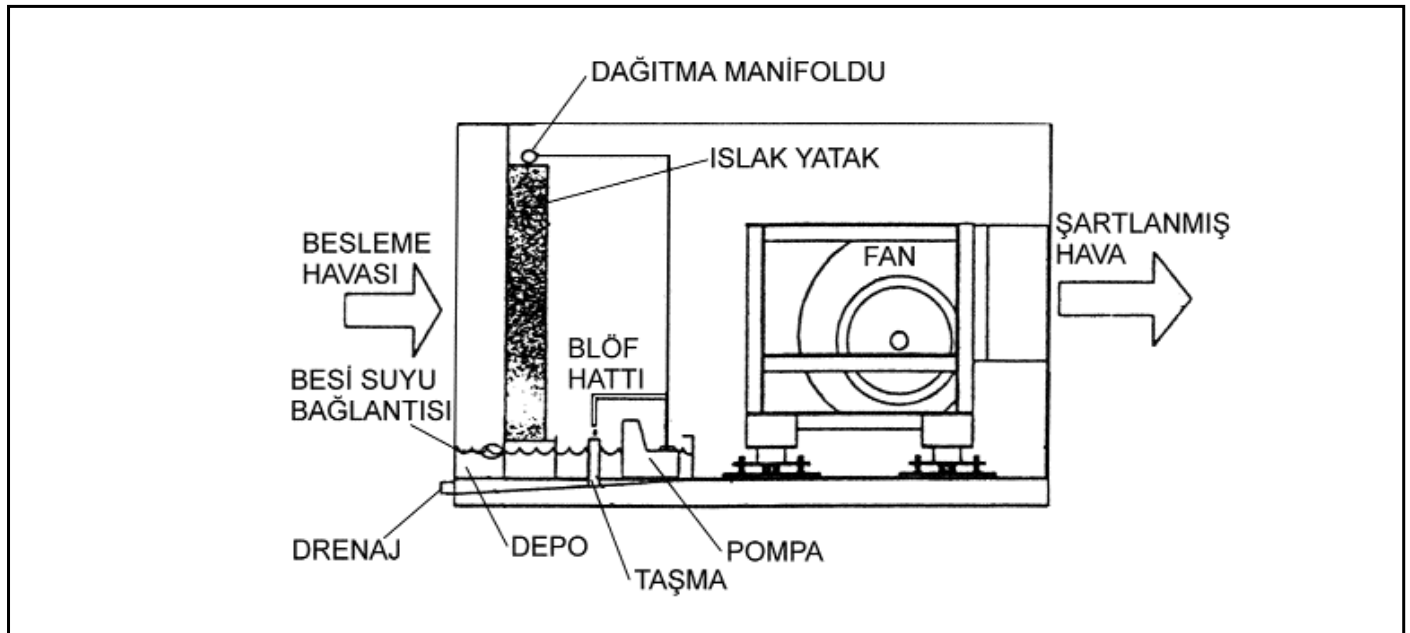
11- Sistemi tekrar doldurulmalı ve 1'den 10'a kadar olan basamaklar tekrar edilmelidir.

5.6.4. Direkt Buharlaşmalı Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)

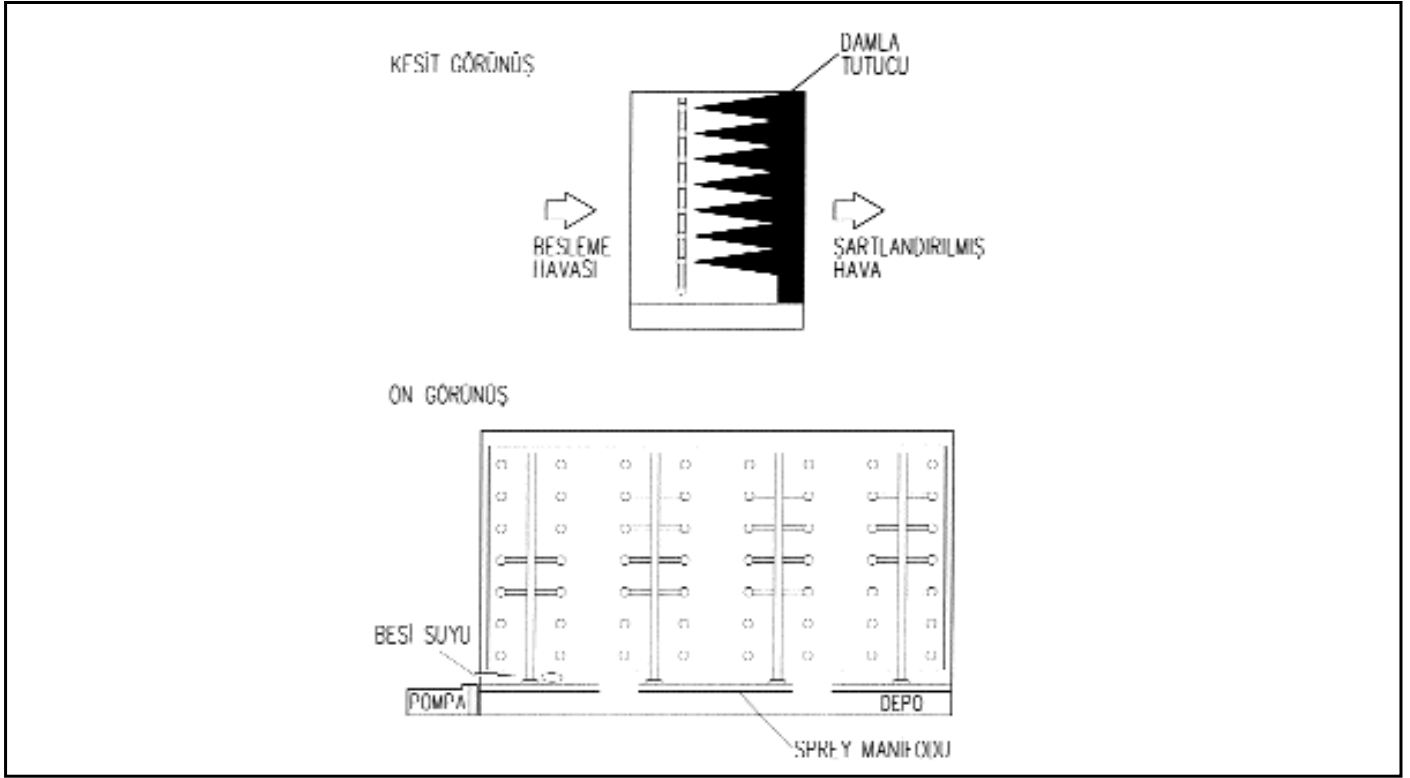
Direkt buharlaşmalı soğutucular su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğuturlar. Bu cihazlar mekanik soğutma yapmadıklarından endüstriyel ve tarımsal (hayvan barınakları gibi) soğutma alanında ve kuru dış iklime sahip bölgelerde konfor iklimlendirmesinde kullanılan ekonomik cihazlardır. Bu cihazlarda hava ya (bir örneği Şekil 5.7'de görülen) ıslatılmış yataklar üzerinden geçerken nemlendirilir veya hava üzerine (Şekil 5.8'de görüldüğü gibi) doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir. Bu sırada hava ideal durumda yağ termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Her iki halde de kullanılan su resirküle edilebileceği gibi, tek geçişli de olabilir. Kullanılan sudaki kirlenme oranı blöf işlemine ve taze suyun kalitesine bağlıdır.

Havanın ıslak yataklardan geçirilerek nemlendirilmesinde gözenekli malzemeden yapılmış yataklar kullanılır. Geniş temas yüzeylerinde havaya buharlaşma suretiyle nem geçişi olur ve bu işlem sırasında suyun yüzeyden koparak su zerrecikleri halinde havayla sürüklenmesi söz konusu olmaz. Bu nedenle bu tip cihazlarda damla tutuculara da gerek yoktur.

Bu cihazları işlem koşullarına göre zaman zaman kapatmak gerekebilmektedir. Sistemin çalıştırılmadığı koşullarda tamamen drene edilip, kurutulması şarttır. Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirleticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını



Şekil 5.7. EVAPORATİF SOĞUTUCULAR



Şekil 5.8. YIKAMALI NEMLENDİRİCİ

sınırlar veya engeller. Bu şartlarda lejyonella gelişmesi çok nadirdir. Öte yandan bu cihazlarda yatak sıcaklığı yaşı termometre sıcaklığı düzeyindedir ki bu değer genellikle 25 °C değerini aşmaz. Yani sıcaklık bakteri gelişmesi için uygun sınırların altındadır. Bu nedenlerle bu cihazlardan kaynaklanan lejyoner hastalığı literatürde belirlenmemiştir.

Bu sistemlerde iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.

Islak yataklı direkt buharlaşmalı soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.

Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir. Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılmalıdır. Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

5.6.5. Nemlendiriciler

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir. Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçiminde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır.

Atomizörlerde ve yıkamalı nemlendiricilerde su sıcaklığı yaşı termometre sıcaklığında olup, genellikle 25 °C altındadır. Sis

şeklinde atomizörlü nemlendiricilerde cihaz çıkışında su zerresi bulunmaz. Bütün su buharlaşır.

Buharlı nemlendiricilerde zaten su söz konusu değildir. Burada kullanılan buhar sıcaklığı yüksektir. Buharlı nemlendiricilerde hiç bir hastalık riski yoktur.

Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır. Nemlendirici kullanılan klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.

1. Hava kanallarında yoğuşma olabilir. Bununla ilişkili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
2. Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
3. Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.
4. Klima santrallarının filtreleri kaliteli yapılmalı ve periyodik bakımı yapılmalıdır.

Bu cihazların yerleştirilmesinde, bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklarından uzakta yerleşim yapmaya dikkat edilmelidir.

5.6.6. Klima Santralları ve Fan-coiller

Bu cihazlar lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmemektedir. Ancak bu cihazların bakımlarının iyi yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Öncelikle bu cihazlardaki yoğuşma tavalarının eğimleri drenaj yönünde olmalı ve drenaj alt noktadan yapılmalıdır. Tavalarda su birikmemelidir. Hastane gibi hassas binalarda drenaj hatlarında cam gözetleyiciler konulabilir.

Klima santrallarında sulu nemlendiriciler yerine, buharlı nemlendiriciler kullanılması tercih edilmelidir. Nemlendirici olarak, su hacmi olmayan direkt havaya sis biçiminde nemlendirme

yapan nemlendirici tipleri alternatif olabilir de buharlı nemlendiriciler riski sıfıra indirdiği için tercih edilmelidir.

Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

5.7. MEKANİK TESİSATTA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ

Aşağıdaki tabloya bakınız.

1- Havalandırma Cihazları

Kanallarda su bulundu mu?	Evet	Nedenini araştırın ve düzeltin.
	Hayır	-
Çiller bataryalarının drenajlarına sifon tesisatı kuruldu mu?	Evet	-
	Hayır	Tesisatın kurulmasını sağlayın
Eşanjörlerin kontrolü için yeterli düzeneç var mı?	Evet	-
	Hayır	Düzeneğin kurulmasını sağlayın.

2- Soğutma Kuleleri

Sistemdeki su hacmi kule üzerine yazılmış mı?	Evet	Boru tesisatındaki su hacminin de göz önüne alındığından emin olun.
	Hayır	Kuleye bu hacmi yazın
Kule iletişim kılavuzu var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve mevcut tesisatı anlattığından emin olun.
	Hayır	Bir kılavuz hazırlayınız.
Normal işletim koşulları belirtilmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bu bilgiyi ekleyin.
Bir bakım kılavuzu var mı?	Evet	Okunmaya hazır olduğundan emin olun.
	Hayır	Kule tasarımcısı ve imalatçısıyla görüşerek hazırlatın.
Bir bakım cetveli var mı?	Evet	Tüm prosedürü açıkladığından emin olun.
	Hayır	Bir tane oluşturun
Suyun normal en yüksek işletim sıcaklığı nedir?	<20 °C	-
	20-30 °C	Dikkat; biosid kullanıldığında emin olun.
	>30 °C	Biosid kullanımını kontrol edin.
Su debisini ölçen bir cihaz var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve değerlerinin kaydedildiğinden emin olun.
	Hayır	Bir tane takın.
Sistemde kimyasallar ve biosid kullanımı kayıtlara alındı mı?	Evet	Miktarın beklenen düzeyde olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Kaydedin
Mikrobiolojik aktivite kontrol parça miktarını aşmadığından emin olun.	Evet	Oranın sabit olduğundan ve 10E5 edildiğinden emin olun.
	Hayır	Olağan incelemelere devam edin.
Havuz güneş ışığı girebiliyor mu?	Evet	Kuleyi perdeleyin
	Hayır	-
Damla tutucu, sürüklenme önleyici var mı?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin
Kule çıkışı herhangi bir hava girişi veya pencereye 10 m'den daha yakın mı?	Evet	Bu mesafeyi artırmaya çalışın.
	Hayır	-
Soğutma kulesi drenajına bir sifon sistemi eklenmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.