

Konutlarda Doğal ve Zorlanmış Havalandırma Sistemleri

Harun Kemal ÖZTÜRK*
Ahmet YILANCI**
Öner ATALAY***

Özet

Sosyal gelişmelere bağlı olarak konfor şartları da sürekli olarak artmaktadır. Bina içinde konfor seviyesi ya bir iklimlendirme sistemi kurularak veya doğal yollarla sağlanabilir. Bir sistem kurulması durumunda bu hem ilk yatırım maliyeti hem de işletme maliyetleri dolayısı ile bir yük oluşturmaktadır. Bu nedenle doğal havalandırma sisteminin kullanılması özellikle konutlarda büyük yarar sağlayacaktır.

1. GİRİŞ

Havalandırma, bina içerisine dış ortamdan sağlanan temiz hava olarak alınabilir. Enerji tasarrufu sağlayabilmek için ya bu havalandırmanın doğal yollarla sağlanması gerekir veya eğer bunu sağlamak için enerji kullanılıyorsa iç hava iklimlendirildikten sonra içeri yeniden gönderilir veya dışarıdan alınan temiz hava ile karıştırıldıktan sonra bina içerisine gönderilir. Havlandırma ile içerideki kirlenmiş hava nemlendirilir ve kirli havanın bir kısmı dışarı atılırken içeriye temiz hava alınır.

Bir bina içerisinden istemli veya istemsiz akan dış havanın iki nedenle önemi vardır. Dış hava çoğunlukla iç ortam kirlenmiş havasının nemlendirilmesi ve bu dış havanın ısıtılması veya soğutulması ile ilgili enerji alanının iklimlendirme yükü önemlidir. Bu hava debisinin miktarı, maksimum yükte uygun büyüklükler ve ortalama hava iklimlendirilmesi için boyutlandırılmış ortalama veya sezonsal enerji tüketimini tahmin etmek için önemlidir. İç hava kirlenme se-

viyesinin uygun kontrolünün sağlanması için minimum hava oranının bilinmesi önemlidir.

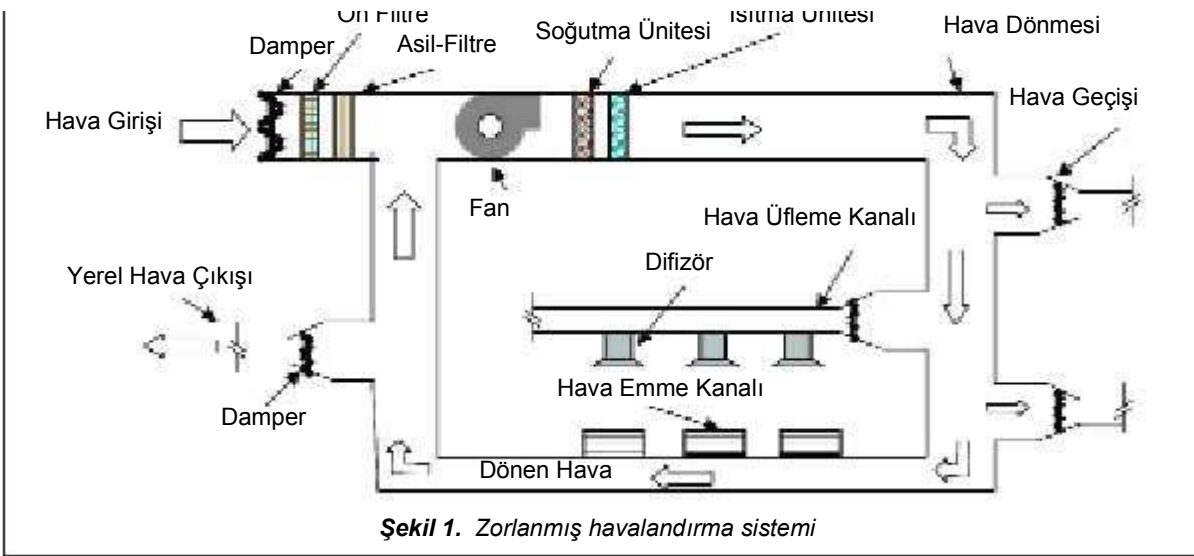
İç ve dış ortam arasındaki hava değişimi havalandırma (istemli ve ideal olarak kontrol edilerek) ve sızma (istemli ve kontrolsüz) şeklinde olabilir. Havlandırma doğal ve zorlanmış olarak olabilir. Doğal havalandırmada hava güç kullanmadan, açık pencerelerden, kapılardan veya binalar kabuğuna bilinçli olarak açılan bölgelerden gerçekleşir. Zorlanmış havalandırma istemli, fanlar veya üfleyiciler kullanarak, dış havanın içeri alınması veya iç havanın dışarı atılması için özel olarak tasarlanmış ve kurulmuş sistemler gerçekleştirilir.

Sızma ise, çatlaklardan, yarıklardan veya bilinçsiz olarak açılmış deliklerden kontrolsüz olarak gerçekleşen hava akımıdır. Sızma ve doğal havalandırma iç ortam ile dış ortam arasındaki rüzgar, iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkından dolayı gerçekleşmektedir.

* Yrd. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü.

** Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü.

*** Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü.



Şekil 1. Zorlanmış havalandırma sistemi

Binalarda hava değişim modelleri üç şekilde gerçekleştirilmektedir.

1. Zorlanmış havalandırma
2. Doğal havalandırma
3. Sızma

Bu modeller, enerji hava kalitesi ve ısı konfor açısından farklılıklar göstermektedir. Bu modeller aynı zamanda değişim havası miktarı açısından da biri birinden farklılıklar göstermektedir. Binalardaki hava değişimi sırasında çoğunlukla bu üç model bir arada bulunabilmektedir.

Zorlanmış Havalandırma Sistemi

Zorlanmış havalandırma (Şekil 1), hava miktarının kontrol edilmesi için bir havalandırma sisteminin kurulmuş olması ve dizayn edilmiş olması nedeni ile hava değişiminin istenilen düzeyde olması ve konforun kontrol edilmesi için en büyük potansiyele sahip sistemdir.

Zorlanmış havalandırma sistemlerinde hava değişim miktarı seçilen fana, tasarlanan site min dağıtım şebekesine ve dağıtım şebekesindeki kayıplara bağlıdır. Eğer sistem tasarımında bu parametreler uygun seçilmemişse, binaya sağlanan hava miktarı arzulanan havadan farklı olacaktır. Zorlanmış havalandırma

çoğunlukla büyük binalar için ihtiyaç duyulan minimum hava miktarını sağlanarak yaşayanların ve çalışanların sağlıkları ve konforları için tercih edilen ve zorunlu bir sistem olarak ortaya çıkar. Karmaşık bir sistemdir, birçok elemanı vardır, ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti yüksektir.

Doğal Havalandırma Sistemi

Doğal havalandırma, isteyerek açılmış olan bölümlerden rüzgar ve iç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki farklardan kaynaklanan basınç farkı dolayısı ile oluşur. Açık pencerelerden, kapılardan veya doğal olarak havalandırma sağlamak için açılan bölgelerden sağlanan hava akımı ile iç ortam havası arzulanan sıcaklıkta tutulur ve iç ortamdaki kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılabilir.

Öncelikle iç ortama sağlanan hava dış ortam sıcaklığından iç ortam sıcaklığına ısıtılıp veya soğutulmuş ortama verilir. Bunu sağlamak için ihtiyaç duyulan ısı miktarı:

$$q_s = Qrc_p^3T$$

Burada q_s ihtiyaç duyulan ısı yükü (W), Q akışın debisi (m^3/s), r havanın yoğunluğu (kg/m^3), c_p havanın özgül ısı ($kJ/kg^{\circ}C$) ve 3T iç hava ile dış hava arasındaki sıcaklık farkıdır.

Diğer yandan hava değişimi iç ortamdaki havanın nem oranını yükseltir. Özellikle yaz sezonlarında kimi bölgelerde dış havanın nem oranı yüksektir ve bu yüzden nem oranının düşürülmesi gerekir. Bu buharlaşma ısı için

içersine giren havanın hacimsel debisi, çıkan havanın hacimsel debisine eşit olacaktır. Rüzgarın bina dış yüzeyine çarpması nedeniyle binanın dış yüzeyinde statik basınç oluşturur ve bu basınç rüzgarın büyüklüğü ve rüzgarın

şarılması gerekir. Bu duruma göre ısı için gerekli olan ısı yükü ise şu şekilde belirlenir:

$$q_1 = Q h_{fg} \Delta W$$

burada q_1 buharlaşma ısı (W), h_{fg} buharlaşma gizli ısı, bağıl nem birim su kütlesi/birim kuru hava kütlesi (kg/kg).

Diğer bir parametre ise, karbon dioksit (CO_2) seviyesidir. Karbon dioksit oranı ise aşağıdaki şekilde belirlenir:

$$C_i = C_o + F / Q$$

Burada C_i , iç ortamdaki CO_2 konsantrasyonu, C_o dış ortamdaki CO_2 konsantrasyonu, F iç ortamda üretilen CO_2 miktarı (l/s) ve Q ise havalandırma oranıdır. İç ortamdaki CO_2 seviyesini belli bir seviyede tutabilmek için gerekli hava miktarı Q ise şu şekilde belirlenir:

$$Q = (0.0053 \cdot 100) / [C_L (\%) - C_o (\%)]$$

Burada C_L müsaade edilen CO_2 seviyesidir dış havadaki bu oran %0.03 olarak bilinir.

Doğal havalandırma veya sızma ile gerçekleşen havalandırma rüzgar, sıcaklık gibi nedenlerle iç ve dış ortam arasında meydana gelen basınç farkı sonucu oluşur. Ortamlar arasında meydana gelen basınç farkının büyüklüğü, rüzgarın şiddeti veya sıcaklık farkının yanı sıra bina duvarlarında açılan açıklıkların büyüklükleri, konumları havalandırmanın kapasitesini belirler. Bina yüzeyleri arasındaki basınç farkının sonucuna bağlı olarak gerçekleşen hava akımı sırasında bina içersine giren havanın kütsel debisi çıkan havanın kütsel debisine eşit olacaktır. İç ve dış havanın yoğunlukları arasındaki fark eğer ihmal edilebilirse, bina

ve bu basınç farkının büyüklüğü aynı sıra rüzgarın yönüne ve binanın konumuna bağlıdır. Bu basınç dağılımı bina içi basıncı P_i 'ye bağlıdır. Eğer binanın diğer yüzeyine farklı bir basınç etkilemiyorsa, eğer iç ve dış ortam arasında sıcaklık farkı yoksa ve eğer hava akımını zorlayan bir aygıt kullanılmıyorsa, basınç farkı içerideki statik basınca bağlı olarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$${}^3P = P_o + P_w - P_i$$

Burada 3P iç ve dış ortam arasındaki basınç farkı, P_o referans yüksekliğindeki statik basınç, P_w bölgedeki rüzgar basıncı ve P_i ise konutun bulunduğu bölgenin yüksekliğindeki iç basınçtır. Eğer iç ve dış basınç arasında sıcaklık farkı yoksa, iç basınç yüksekliğe bağlı olarak lineer olarak azalır. Basıncın azalma oranı $-r_i \cdot g$ 'ye eşit bir şekilde azalacaktır. Burada r_i iç havanın yoğunluğudur.

İç ve dış ortam arasında sıcaklık farkı oluşursa, bu sıcaklık farkı basınç farkı oluşmasına neden olur. Bu basınç farkı 3P_s , yükseklik ve sıcaklık farkının bir fonksiyonudur.

$${}^3P_s = P_o + P_w - P_{i,r} + {}^3P_s$$

Burada $P_{i,r}$ aynı referans yüksekliğinde iç statik basınçtır.

Rüzgar Basıncı

Rüzgarın oluşturduğu basınç rüzgara cephe olan yüzeyde pozitif diğer yüzeyde ise negatif olmaktadır. Diğer yüzeylerdeki basıncın pozitif veya negatif olması rüzgarın açısına ve binanın şekline bağlıdır. Eğer yükseklik farkı oluşmadığı düşünülürse;

$$P_v = C_p \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

Burada P_v yüzeydeki statik basınç(Pa), ρ havanın yoğunluğu (kg/m^3), V rüzgar hızı (m^3/s), C_p yüzey basınç katsayısıdır. Böylece yukarıdaki denklem aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

$${}^3P = P_o + C_p \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} - P_i$$

Doğal havalandırma açıklıkları şunlardır: 1) Pencereler, kapılar 2) Çatılardaki havalandırma 3) Özel olarak tasarlanmış içeri ve dışarı açılan açıklıklar.

Pencereler, aydınlatma işlevinin yanında açılmaları durumunda havalandırma da sağlarlar. Pencereler düşey ve yatayda kayabildikleri gibi montajlarda farklı alt yapılar vardır.

Genellikle binalar çevresindeki rüzgar büyüklüğü bölgedeki ortalama meteorolojik rüzgar hızından daha azdır ve meteorolojik verileri kullanılmak rüzgar basıncının daha yüksek bulunmasına yol açabilir. Rüzgar hızı binanın temelinde sıfırdır ve yukarıya çıktıkça artar. Meteorolojik rüzgar ölçümleri 10 m. yükseklikte ve açık alanlarda yapılır. Binaların yüksekliği genelde 10 m'den daha azdır ve bu nedenle binaya etkiyen rüzgar daha düşüktür. Bina çevresinde bulunan çalılar, ağaçlar veya diğer binalar hem rüzgar hızını azaltır hemde türbülans yaratarak rüzgar yönünü değiştirir.

Yığılma Basıncı

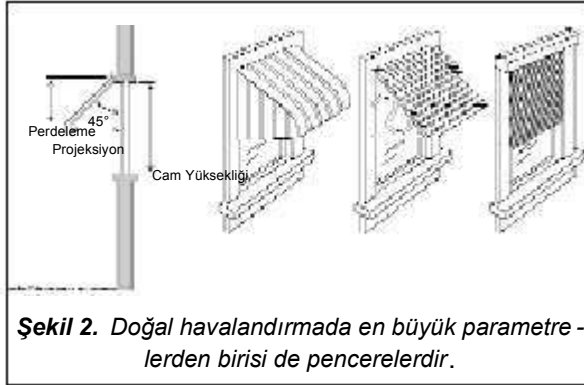
İç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı yılın günlük farkına neden olur, böylece basınç farkı oluşur ve bu da hava akımına neden olur. Isıtma dönemlerinde, sıcak iç hava yükselir ve sıcak hava binanın tavanından dışarı çıkar, bu dışarı çıkan havanın yerine binanın alt kısımlarından soğuk hava binanın içine girer. Soğutma dönemlerinde hava akımı terstir ve genellikle daha düşüktür, çünkü iç ve dış sıcaklık farkı küçüktür.

Doğal havalandırma ile sıcaklık kontrolü, genellikle mekanik iklimlendirmenin olmaması durumunda iç ortamı soğutmak için kullanılır. Binanın bulunduğu konum, gerekli ayarlamalar ve bina üzerindeki havalandırma açıklıklarının kontrolü, dış ortamdaki rüzgar ve sıcaklık havalandırmanın istendiği düzeyde ve bina boyunca havanın iyi bir şekilde dağılımının sağlanmasında önemli parametrelerdir.

dı, menteşelerle üstten, alttan veya yandan montaj yapılarak pencere açıklığı ayarlanmak suretiyle hava akış miktarı kontrol edilebilir (Şekil 2).

Çatılardaki havalandırma sistemleri hava akışını sağlarlar. Kapasiteleri havalandırmanın çatıdaki konumuna bağlıdır. Doğal hava akımı veya yerçekimi farkından faydalanarak çalışan havalandırma hareketli, menteşeli, salınlı veya dönel olabilirler. Doğal havalandırma bir güç ile tahrik edilen fanlar yerleştirilerek havalandırma kapasitesi artırılabilir. Bu fanlar ihtiyaç duyulan havalandırma eğer çok düşük havalandırma gerçekleşiyorsa uygundur. Yerçekimi etkisi ile çalışan havalandırma elle kumandalı, termostat veya rüzgar hızı ile kontrollü damperler içerebilirler. Çatı havalandırma sınırsız rüzgar alabilecek şekilde konumlandırılmalıdır. Hava akımını sağlayabilmek için aynı zamanda binaların alt bölümlerine delikler yerleştirilmelidir (Şekil 3).

Eğer iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark biliniyorsa, havalandırma havası debisi binadan uzaklaştırılmak istenen ısı yükünü kullanarak



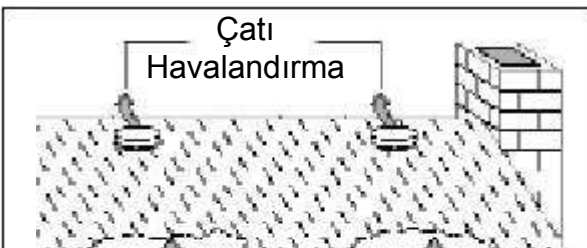
Şekil 2. Doğal havalandırmada en büyük parametrelerden birisi de pencerelerdir.

24
2005

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 89,

belirlenebilir.

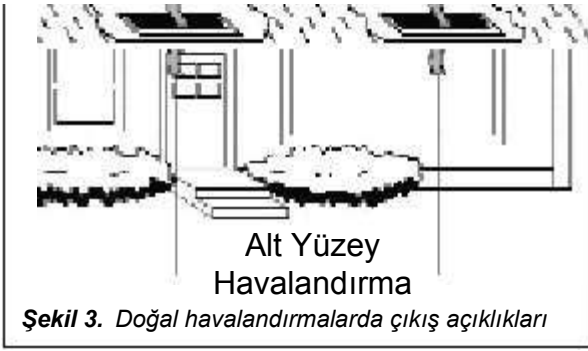
$$Q = \frac{H}{C_p (T_i - T_o)}$$



Burada Q hava debisi, A açıklık alanı, V rüzgar hızı ve C_v ise açıklık katsayısıdır.

Hava girişi egemen rüzgarların olduğu yöne yerleştirilmelidir. Hava çıkışı ise 1) girişlerin tam karşı bölgesine, 2) çatılarda düşük basıncı olduğu yerler, 3) düşük basıncın olduğu binanın diğer yüzeylerine, 4) çatıdaki havalandırma yerleştirilmelidir.

Sıcaklık farkı dolayısı ile oluşan hava akımı



Şekil 3. Doğal havalandırmalarda çıkış açıklıkları

Burada Q, ortamdaki ısıyı uzaklaştırmak için gerekli olan debi, H ortamdan uzaklaştırılmak için gerekli ısı miktarı, C_p havanın özgül ısı, ρ havanın yoğunluğu ve $(T_i - T_o)$ iç ortam ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkıdır.

Rüzgar Tarafından Oluşturulan Akış

Havalandırma debisini etkileyen faktörler, rüzgarın hızı, egemen rüzgar yönü, rüzgar hızı ve yönündeki günlük ve sezonsal değişim ve bina yakınlarındaki binalar, tepeler, ot, çalı ve ağaçlardır.

Rüzgar hızı, genellikle yazın kışa göre daha düşüktür. Aynı zamanda rüzgar yönündeki değişim de mevsimseldir. Doğal havalandırma sistemleri için rüzgar hızı, genellikle mevsimsel ortalamasının yarısı kadar hesaba katılmalıdır. Hava akımını belirlemede en önemli parametre binadaki açıklıklardır. Rüzgar dolayısı ile meydana gelen hava akımı debisi şu şekilde belirlenebilir:

$$Q = C_v AV$$

ise şu şekilde belirlenir:

$$Q = KA[2g^3h(T_i - T_o)/T_i]^{0.5}$$

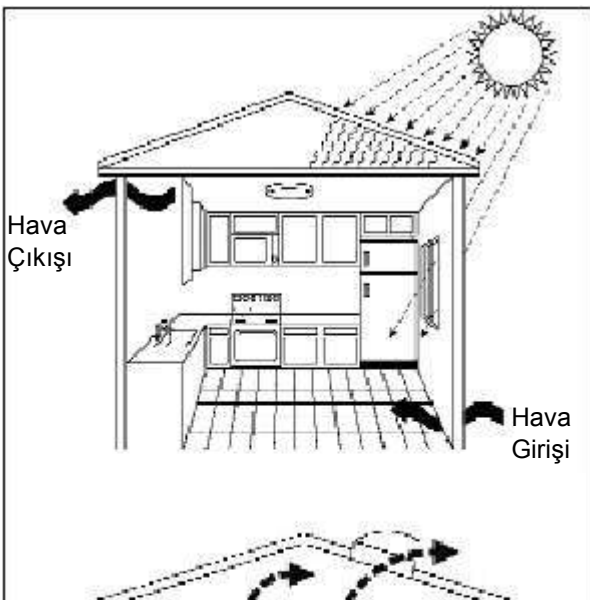
Burada Q hava debisi, K açıklık katsayısı ve h ise giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkıdır.

Buradaki açıklık katsayısı K ise şu şekilde belirlenir:

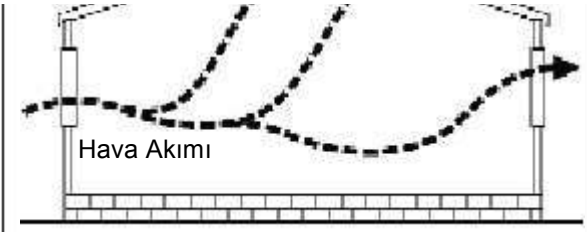
SONUÇ

Doğal havalandırma sağlayabilmek için şu noktaların göz önünde bulundurulması gerekir:

1. Sıcak ve nemli iklimlerde bina içinde serinlik sağlayabilmek için maksimum hava hızını sağlamak gerekir. Sıcak ve kuru iklimlerde, özellikle sıcaklığın düşük olduğu gecelerde maksimum hava akışı sağlayarak bina yapısının soğutulması uygun olur.
2. Topografya, yer yüzeyindeki bitki örtüsü ve çevre binalarının konumunu kullanarak rüzgarın yönlendiği yerlere binalar yaparak rüzgardan maksimum yararlanılabilir. Ayrıca bitkiler kullanılarak da rüzgar istendiği şekilde yönlendirilebilir. Havanın içeri gireceği açıklıkların önlerinin zamanla kapanmamasına dikkat edilmelidir (Şekil 4).
3. Binanın konumlandırılması maksimum rüzgar alacak şekilde yapılmalıdır.
4. Çeşitli mimari elemanlar kullanarak rüzgarın içeri giriş bölgelerine yönlendirilmesi sağlanabilir.



10. Birim açıklıkta en büyük akış miktarını sağlamak için, hava giriş ve çıkış alanlarının bir birine eşit olması gerekir. Eğer hava giriş açıklığı küçük ve çıkış açıklığı büyükse, giriş hızı büyük olur. Eğer çıkış açıklığı küçük ve giriş açıklığı büyük ise oda içerisinde daha üniform bir akım sağlanabilir.
11. Açıklıkların hesaplanan değerlerden daha büyük olması, bazen daha fazla arzulanır. Çünkü, çok sıcak havalarda bile ortamın serinletilmesi mümkün olabilir.
12. Yatay pencereler genellikle kare kesitli veya düşey pencerelerden havalandırma açısından daha iyidir.
13. Pencereler, açıklıkları ayarlanabilir şekilde



Şekil 4. Bina havalandırmasında giriş ve çıkış açıklıklarının konumlandırılması ve hava akımı

nabilir.

5. Binanın uzun cephesi, kapı ve pencerelerin yoğun olduğu yüzeylerin yaz rüzgarlarının egemen olduğu yöne konması havalandırma akımını artıracaktır.
6. Pencereler farklı basınç zonlarının olduğu yüzeylere yapılmalıdır. Karşılıklı duvarlara yapılan pencereler doğal havalandırmayı artıracaktır.
7. Eğer bir odanın tek dış duvarı varsa iki büyük pencere yapılması iyi bir havalandırma sağlayacaktır.
8. Eğer açıklıklar aynı seviyede ise, ve tavana yakınsa çoğu hava by-pass yapar ve içerideki nemin ve kirlenmiş havanın uzaklaştırılmasında verimsizdir.
9. Sıcaklık farkından faydalanarak yapılan havalandırmalar için, açıklıklar arasındaki yükseklik ne kadar fazla olursa, hava akımı da o kadar fazla olacaktır.

tasarlanmalıdır.

14. Giriş açıklıkları oda içerisindeki eşyalar tarafından engellenmemelidir. Eşyalar hava akımını yerleştirecek şekilde yerleştirilerek daha uygun bir serinletme gerçekleştirilebilir.
15. Düşey hava bacaları veya açık merdiven aralıkları sıcaklık farkından yararlanarak, havalandırma miktarı artırılabilir.

KAYNAKLAR

1. ASHRAE. 1981. Ventilation for acceptable indoor air quality, Standard 62-1981.
2. ASHRAE. 1989. Air leakage performance for detached single-family residential buildings, Standard 119-1989.
3. Kiel, D.E., Wilson, D.J., 1987. Influence of natural ventilation on total building ventilation dominated by strong fan exhaust, ASHRAE Transaction 93 (2):1286.
4. DOE, 1994. Energy efficiency and renewable energy, DOE/CH10093-221 FS 186.