

ENERJİ ETKİN BİNA TASARIM PRENSİPLERİ

Enerji Etkin Binalara Ulaşma Yolunda Temel Tasarım Prensipleri

Binalarda enerji verimliliğini sağlamak, büyük ölçüde iç ve dış ortam arasındaki ısı transferini önlemek, ısı kazanımını optimize etmek ve aynı zamanda iç ortam konfor ihtiyaçlarını karşılamaktır. Dış ortam hava koşulları - özellikle *dış ortam sıcaklığı ve ısıtma dönemi boyunca mevcut güneş ışınımı* - bina yerleşiminin, tek veya kompozit inşaat malzemeleri ve uygulama tekniklerinin seçimi ve sistem detaylarının tasarımı ve hazırlanması açısından önemli bir etki oluşturmaktadır. Enerji etkin binaya ulaşmak birçok yerel koşula bağlıdır. Örneğin; inşaat malzemelerinin inşaatın yapıldığı bölgede hammadde olarak çıkartılması, taşınması, işlenmesi ve kullanımı, bölgeye özgü malzemelerin pazar değerleri ile kullanıcı beklentileri bu koşullar arasında yer alan ve çoğu zaman gözden kaçırılan bazı unsurlardır.

Enerji etkin binaya ulaşmak için yapılması gerekenlerin belki de en başında tasarımın bu felsefe ve performans hedefleri çerçevesinde yapılması gelmektedir. Gerçek anlamda enerji etkin bir bina tasarımı yapmak tasarımın tüm aşamalarında birçok paydaşın (*belediye, işveren, müşteri, finansman sağlayıcıları, mimarlar, mühendisler, müteahhit ve hatta son kullanıcı*) sürece katılımını ve dinamik bir yöntemle çalışmasını gerektirmektedir.

Enerji etkin binalara ulaşmak için en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri "Bütünleşik Bina Tasarımı" yöntemidir. Bu yöntemde, ilgili tüm paydaşlar mümkün olduğu kadar karar alma süreçlerine dahil edilmekte ve inşaat başlamadan önce bütüncül bina enerji performans simülasyon yöntemleri kullanılarak bina tasarımı ve maliyeti kontrol ve optimize edilmektedir. Bu yöntemde tasarım süreci boyunca, önceki aşamalar yeniden değerlendirilmekte, alternatifler tasarımlar ve tercihler test edilmekte ve gerekli görüldüğü noktalarda enerji performans/verimlilik değerleri ve yapı maliyetlerinin optimize edilmesi açısından tasarım revize edilmektedir.

Enerji Etkin Bina Tasarımlarında Temel İlkeler

1. Saha (Arazi) Değerlendirmeleri

Tasarım aşamasında alınan ilk kararlar şunlardır:

1.1. Arazideki yeraltı ve yeryüzü koşullarının mikroklima denetimi açısından tespit edilmesi sonrasında **saha (arazi) seçimi**,

1.2. **Bina yerleşimi** (oryantasyonu),

1.3. Enerji performansını etkileyebilecek **bina geometrisinin oluşturulması** (plandaki bina uzunluğu/bina derinliği; kabuk yüzey alanı/bina hacmi; bina yüksekliği; çatı türü; çatı eğimi; cephe eğimi),

***Mikroklima denetimi:** Aynı iklim bölgesinde, arazinin yakın çevresinin güneşlenme miktarı ve süresi, ortalama sıcaklık, rüzgâr, nem, bitki örtüsü, yakın çevresindeki tümsek, su kütlesi gibi coğrafi elemanlar ile ortaya çıkan durum.*

1.4. **Mekansal örgütlenmenin yapılması** (Örneğin; aynı tip aktiviteyi barındıran, gün içerisinde kullanım zamanları çakışan, kullanıcı yoğunlukları hemen hemen birbirine yakın olan mekanların beraber düşünülmesi binanın daha kolay ısıtılmasına yardımcı olur. Servis hacimleri daha düşük sıcaklıkta olması sebebiyle kuzey cephede, konfor sıcaklığı istenen yaşam alanları ise güney cephede (Türkiye gibi kuzey yarım kürede yer alan ülkelerde) konumlandırılır.)

- **Güneş Işınlara Maruz Kalma:** Özellikle müstakil evlerde ve çok katlı apartman gibi binalarda, kış mevsiminde yani ısıtma döneminde yeterli miktarda güneş ışınının içeriye alınması gereklidir.
 - **Güneye bakan eğimli araziler** özellikle soğuk iklimlerdeki binalar için uygundur. Sadece bina değil, ayrıca bina etrafındaki toprak da kış aylarında güneş ısını emebilir ve depolayabilir.
 - **Gölgeleme imkânlarının kontrol edilmesi** ile komşu binalardan, ağaçlardan ve diğer peyzaj elemanlarından kaynaklanan gölgelemelerden faydalanılabilir. Ayrıca gelecekte binanın komşu arazilerde inşa edilecek binaların gölgesinde kalmayacağından emin olmak için komşu arazilerdeki imar izinleri kontrol edilmelidir.
- **Yağmur ve Rüzgâra Maruz Kalma:** Sık ve/veya şiddetli yağmur ve rüzgâra aşırı maruz kalmak binanın performansını olumsuz etkileyebilir. Binanın pozisyonu ve peyzaj elemanları bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir.
- **Yönlenme (Oryantasyon):** Özellikle müstakil evlerde ve çok katlı apartman gibi binalarda, güneye bakan ($\pm 30^\circ$) cephelerde geniş pencere kullanılırken mı, kuzey, doğu ve batı cephelerde ise pencere gibi açıklıkların minimum seviyelerde tutulması tercih edilmelidir.
- **Kompakt Bina:** Binanın şeklinin ve ebatının mümkün mertebe kompakt olması sağlanmalıdır. Çatı alanı ve dış duvar alanlarının azaltılması, hem bu alanlardan (bina kabuğundan) kaynaklanacak ısı kaybının azalması hem de toplam inşaat maliyetinin düşmesi anlamına gelir. Dar ve uzun bir bina veya alçak ve geniş alana yayılmış bir bina kübik formdaki bir binaya göre çok daha fazla (ısı kaybı gerçekleşecek) dış yüzeye sahiptir. Sıra evler veya büyük bloklar bu anlamda avantajlıdır.

1.5. Enerji Kaynaklarının etkin kullanımı

- **Yenilenebilir Enerji Kaynakları:** Yenilenebilir enerji kaynaklarından yerinde (bina arazisinde) üretim yapılması ve üretilen enerjinin binada kullanılması, yapının enerji (elektrik, doğal gaz, bölgesel ısıtma gibi) şebekelerine bağımlılığını azaltmaya veya tamamen ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir.
 - **Güneş enerjili sıcak su:** Güneş enerjili ısıtma sistemleri olan kolektörler, borulama ve depolama tankları için yeterli alan mevcut ise değerlendirilebilirler. Ancak bu tür sistemler tercih edilirken projelerinin statik açıdan değerlendirilmesi gerekebilir. Ayrıca gölgeleme yapması açısından değerlendirme yapılması gerekeceği
 - **Fotovoltaik:** Güneş enerjisinden elektrik üretilebilir ve iç tüketim için kullanılabilir. Fazla elektrik dağıtım sistemine (şebekeye) geri verilebilir/satılabilir. Böylece geri ödeme süreleri düşürülebilir.
 - **Rüzgâr türbinleri:** Yeterli miktarda rüzgâr olması ve ihtiyaç duyulan alanın sağlanması durumunda yerinde elektrik üretimi amacıyla kullanılabilirler. Diğer yandan düşük kapasite gerektiren konut tipi uygulamalarda gerek kapasite kullanım oranından gerekse rüzgâr hızının düşük olabilmesinden (ör: rüzgâr hızı 7m/s altında olduğunda) dolayı ekonomik olarak fizibil olmayabilirler. Ancak şebekeye bağlantı imkanları, dağıtım sistem ihtiyacı ve başka faktörler dikkate alınarak tercih edilebilirler.
 - **Toprak kaynaklı ısı pompaları:** Bu tür pompalar yeraltı ısı enerjisinden faydalanabilmek için elektrik kullanırlar. Çalışmaları için ihtiyaç duydukları ve kullandıkları enerjinin 3 ila 6 katı kadar enerji üretebilirler ve mükemmel bir geri ödeme potansiyelleri vardır. Toprak kaynaklı ısı pompaları geniş bir boru döngü sistemine ihtiyaç duymaktadır. Arazinin durumuna bağlı olarak (mevcut alan, toprağın durumu) bu borular, toprağın 1-2 metre altına yatay olarak veya kuyular içerisine 45-135 metre derinliklerde dikey olarak yerleştirilebilir.
- **Konvansiyonel Enerji Kaynakları:**
 - Isıtma ihtiyacının minimum seviyelere indirilmesiyle dış kaynaklardan ihtiyaç duyulan ısı veya yakıt miktarı da büyük oranda azaltılmış olur. Halen ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisinin karşılanması için kullanılacak çeşitli alternatifler vardır. Bölgesel ısıtmadan faydalanılması, fuel oil, doğal gaz veya odun/kömür kullanan verimli sistemlerin seçilmesi gibi çözümler tercih edilebilir. Hatta kojenerasyon/trijenerasyon gibi aynı anda hem ısı hem elektrik üretimi yapan ve geleneksel sistemlere göre çok yüksek verimlilik oranlarına sahip olan sistemlerin kullanılmasıyla binanın enerji etkin olmasına önemli katkı sağlanabilir. Bu tür sistemlerin seçilmesi ve kullanılmasında seçilen kapasite, bağlantı/tedarik maliyetleri gibi etkenler dikkate alınmalıdır.

- Binalarda tüketilen elektrik büyük ölçüde ev aletleri, aydınlatma ve ofis ekipmanları için kullanılmaktadır. Bu tür ekipmanların seçiminde en yüksek enerji verimlilik değerlerini sağlayan sistemlere öncelik verilmesi gerekmektedir.

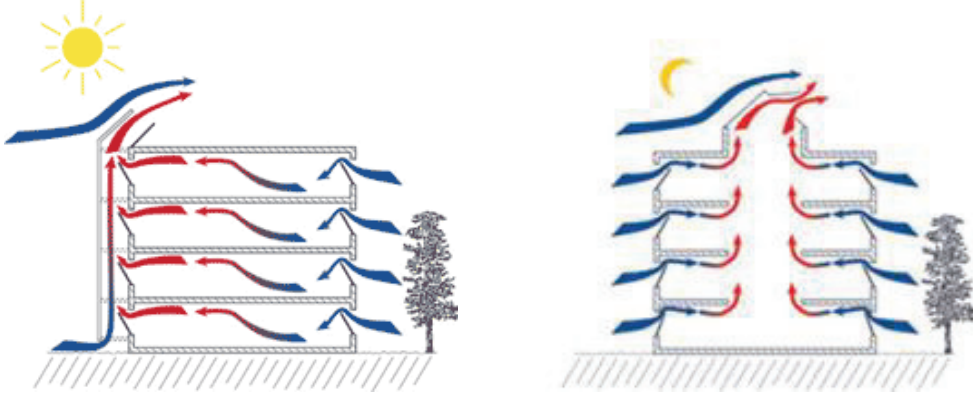
2. Bina Planı

Bina planının optimize edilmesi, mevcut “bedava” ısı kaynaklarını verimli kullanarak ve ısı kayıpları engelleyerek iç mekan konforu, ısı ve aydınlatmasının sağlanmasıdır. “Saha Değerlendirmeleri” altında bahsedilen birçok husus burada daha ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

- **Kompakt Yerleşim:** İç mekân alanının ve bina hacminin azaltılması ısıtma ihtiyacını ve dış cephe alanını da azaltır. Oda sayısı ve hacminin ihtiyaçlardan fazla olmaması ve koridorların minimumda tutulması sağlanmalıdır. Bazı alanların mekansal kurgusunun birlikte düşünülmesi (*oturma odası, yemek odası ve mutfak gibi*) de toplam alan ve ısı ihtiyacının düşürülmesinde faydalıdır.
- **İç Mekânlar:** Genel olarak, daha geniş olan ve daha yoğun kullanılan odalar (oturma odaları gibi) güneş ışığından ve ısıyından faydalanacak şekilde güney cepheye, daha az kullanılan ve gün içerisinde daha serin olması istenen odalar ise (yatak odaları gibi) kuzey cepheye yerleştirilmelidir.
- **Mekanik Hacimler:** Mekanik hacimler ve şaftlar için yeterli miktarda alan ayrılmalıdır. Ancak bunu yaparken gereken alan ihtiyaçlarını ve kanal-boru uzunluklarını azaltmak için mutfaklar ve banyolar şaftın etrafına/yakınına yerleştirilmelidir.
- **Havalandırma:** Binaya ilişkin havalandırma stratejilerinin en başta doğru belirlenmesi çok önemlidir. Havalandırma ihtiyacı mümkün olduğu kadar doğal havalandırma ile sağlanmalı, hava sığdırmazlık konusuna azami özen gösterilmeli ve iç ortam havasının tazelenmesi aşamasında dışarıya atılan kirli havadaki atık ısının geri kazanılması şarttır. Ayrıca ihtiyaç duyulan taze hava miktarının ve havalandırma ihtiyacının doğru belirlenmesi ısı kayıplarının düşürülmesi anlamına gelecektir.

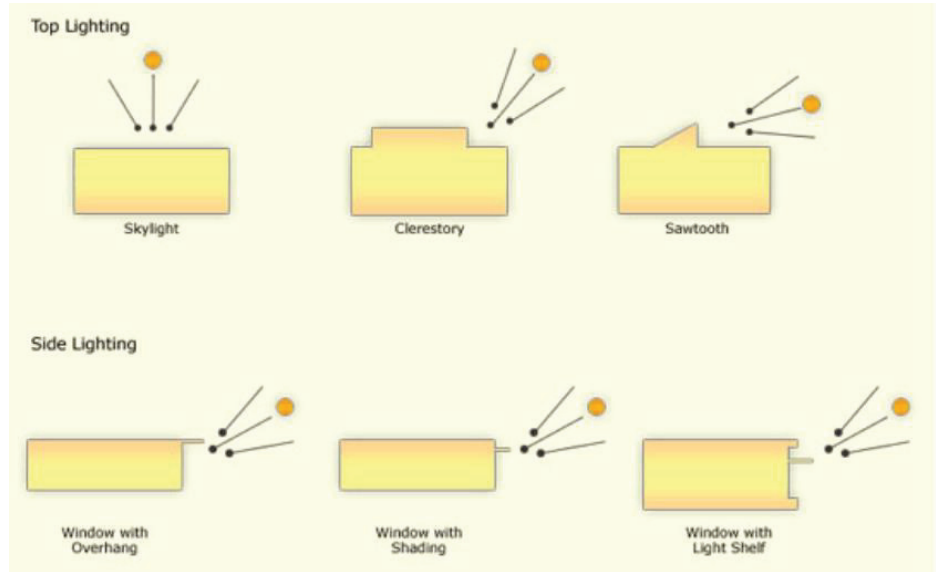
Taze hava yaşam alanlarından (oturma odaları, yatak odaları, çalışma odaları gibi) içeriye alınmalıdır ve kullanılmış havanın banyolar, mutfaklar gibi hizmet alanlarından boşaltılması sağlanmalıdır. Örneğin konut yapılarından sağlıklı bir iç mekân sağlanabilmesi için odalardaki hava her 2,5 saatte bir taze hava ile yenilenmelidir. Baca etkisi yaratılması ile dışarıya hava atılması için enerji harcanmasının önüne geçilebilir.

Isı geri kazanım özellikli mekanik havalandırma sistemleri, pasif bina tasarımlarının önemli bir parçasıdır. Isı geri kazanım özelliği havalandırmadan kaynaklanan ısı kaybını önemli ölçüde azaltır. Diğer yandan bu sistemler için ilave hacimler ayrılması gereklidir ki bu durum ek bir maliyet getirir. Ancak ısı geri kazanım sistemlerinin sağladığı fayda ile bu ekipmanlar ve hacimlerin maliyetinin karşılaştırılması ve fizibilitesinin görülmesi gereklidir.



Doğal havalandırma ve baca etkisi

- **Bina Kabuğu:** Seçilen yapı bileşenlerine bağlı olarak, dış duvarlar ve çatı kalınlıkları yalıtım dahil 35-65 cm kalınlıkta olabilir. Bina tasarım aşamasında duvar ve çatılar için bu tür alan gereksinimleri dikkate alınmalıdır.
- **Kompakt Bina:** Dış cephe alanı minimize edilmelidir. Sıra evler veya apartman blokları, müstakil evlere kıyasla daha verimlidir. Dahası, iki katlı müstakil evler tek katlı müstakil evlere göre daha verimlidir. Plan ve kesitlerde, bina kabuğundaki gereksiz çatı pencerelerinden, çıkmalardan veya girintilerden kaçınarak bina kabuğu şekli sadeleştirilmelidir.
- **Pencereler:** Güneş ışığı kazanımlarını optimize etmek için güneşe bakan pencere ve odalar, kış mevsiminde güneş ışığının en içerilere girmesini sağlayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Kuzey, batı ve doğu cephelerinde pencereler yeterince gün ışığı sağlayacak, fakat binanın enerji performansını olumsuz etkilemeyecek genişlikte boyutlandırılmalıdır. Pencere tipi seçiminde ısı geçirgenliği (u-değeri) düşük olan üç camlı veya çift camlı sistemler (low-e camlar) tercih edilmelidir.



Basit olarak doğal aydınlatma ve güneş ışığı alma alternatifleri

- **Kış Mevsiminde Gölgelemenin Minimizasyonu:** Balkonlar, çıkmalar, dış duvarlar ve bina eklentileri kış döneminde gölgelemeyi minimize edecek şekilde planlanmalıdır. Balkonlar ve çıkmalar, iç mekana yaz aylarında fazla ısı kazancını engelleyecek şekilde olması gerekirken kış aylarında mümkün olduğunda fazla güneş ışığı girmesinisağlayacak şekilde uygun ölçülerde boyutlandırılmalıdır.

3. Bina Enerji Performansı Hesaplaması

Yerel iklim bilgisinin girilebildiği bina enerji performans simülasyon/hesaplama yazılımları kullanılarak binanın enerji performansı/verimlilik seviyesi ile ilgili ön kontroller yapılmalıdır. Bu simülasyon/hesaplama programları karşılaştırılabilir sonuçlar üretmek için, binanın nasıl kullanıldığını dikkate alırken bina kullanıcı sayısı, oda sıcaklığı, evsel sıcak su kullanım miktarı ve elektrikli ev/ofis aletleri tarafından tüketilen elektrik enerjisi gibi parametreler için standart veriler kullanılmaktadır. Dahası bu programlar, bina kullanıcıları ve elektrikli ev/ofis aletleri tarafından üretilen ısıyı hesaplamakta da standart veriler kullanılırlar. Bu tür programlar, aşağıdaki bina spesifik verilerine ihtiyaç duymaktadırlar:

- **Bina kullanım amacı (bina tipolojisi)**
- **Lokal iklim verileri**
- **Isıtılan alan ve ısıtılan bina hacmi**
- **Konfor koşulları**
- **Bina kabuğu detayları** (Dış duvar, çatı ve taban (döşeme) yapı bileşenlerinin alanları ve detayları, kalınlıkları ve her bir yapı bileşenin ısı geçirgenlik değerleri, güneş duvarı uygulaması varsa bilgileri)
- **Pencereler** (Pencere boyutları, ısıl nitelikleri (u-değerleri), pencerelerin yerleştirilmesi (oryantasyonu) ve aşırı güneş ışınımına engelleyecek şekilde camlama yapılan tüm alanlardaki gölgelemeler, infiltrasyon azaltıcı tip açılmalar, güneş kırıcı bilgileri, panjur kullanım bilgileri)
- **Dış kapılar** (Boyutları ve ısıl nitelikleri (u-değerleri))
- **Havalandırma oranı ve ısı geri kazanım verimi**

Bu veriler kullanılarak, bina enerji simülasyon/hesaplama programı **spesifik alan ısıtması enerji ihtiyacını** kWh/m²-yıl cinsinden hesaplayacaktır. Farklı yapı bileşenleri, pencere boyutları, pencere u-değerleri veya ekipman verimleri programa kolayca girilebilir ve binanın toplam enerji performansı üzerindeki etkileri karşılaştırılabilir olmalıdır. Bu bağlamda, hedeflenen enerji performansına ulaşmak için maliyet etkin çözümler belirlenebilir. Bina tasarımı ilerledikçe, bu programlar ile tasarımda yapılan değişikliklerin etkilerini karşılaştırmak mümkündür.

4. Bina Kabuğu

Binalarda enerji verimliliğini azami seviyeye çıkarmak ve aynı zamanda en uygun iç mekan konforunu sağlamak için en önemli etkenlerden biri de bina kabuğudur. Bina kabuğu, içeriden dışarıya sıcaklık transferini engelleyebildiği gibi aynı zamanda bol miktarda güneş enerjisinin ışık ve sıcaklık formunda içeriye alınmasına olanak verecek şekilde etkin olmalıdır.

- Binanın ısıtılan hacmi mümkün olduğunca kompakt olmalıdır ve kesintisiz bir yalıtım katmanı ile evrelenmelidir. Isı köprülerinin (yalıtım katmanındaki zayıf noktaların) oluşumu engellenmelidir.
- Konfor sağlanması için elde edilen ısı ve nemin bina kabuğundan dışarıya geçmesini engellemek için kesintisiz bir hava sızdırmazlık katmanı oluşturulmalıdır. Bu katman, içerideki sıcak havanın ve nemin bina kabuğunu geçip dış ortamdaki soğuk hava ile karşılaşmasına engel olarak kabuk yüzeyinde yoğunlaşma olmasını engeller, böylece kf ve çürümenin önüne geçer.
- Pencereler, bir yandan bina içerisine güneş enerjisi ve gün ışığının girmesini sağlarken aynı zamanda yalıtım ve hava sızdırmazlık katmanlarında süreklilik sağlayacak şekilde dşnlmeli ve tasarlanmalıdır.

Bina kabuğunun iyice yalıtılmasından sonra yalıtım tabakası içerisinde kalan taş/tuğla yapı malzemeleri, gün içerisinde ısı enerjisini emebilen ve gece boyunca yavaşca salıverebilen önemli bir ısı kütle oluşturarak avantaj sağlar. Öte yandan ahşap yapıların doğraması içine yalıtım tabakası da entegre edilerek yer tasarrufu sağlanabilir. Yapı bileşenlerini belirlemek ve dış kabuğu detaylandırırken aşağdaki maddelere dikkat edilmesi önemlidir;

- Doğru detay ile uygulanmış yalıtımlı yapı bileşenleri kullanılması ile tasarımlarda $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (rneğin pasif binalar için bu kural: $u=0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir) değerine ulaşılmalıdır.
- Pencere boyutlarının optimize edilmesinde şunlara dikkat edilmelidir:
 - Pencere tipi seçimi - 3 veya 4 hücreli yalıtımlı pencerelerin kullanımı
 - Doğramalar - Plastik veya ahşap malzemeli, yalıtılmış pencere çerçevelerinin seçilmesi
 - Cam alanlarının büyüklüğü
 - Gölgeleme elemanlarının niteliğin göre seçilmesi
- Isı köprülerini engellemek ve hava sızdırmazlık katmanında sürekliliği sağlamak için bağlantı detayları özenle tasarlanmalıdır.
 - Gömme balkonlar hariç olmak üzere balkon ve çıkmaların beton döşeme ile tasarlanmasından kaçınılmalıdır. Gerektiğinde harici yapılar (elik asma balkonlar gibi) veya önceden yalıtılmış prefabrik bağlantı elemanları kullanılmalıdır.

Isı Köprüsü: Bitişik yüzeye göre kompozisyonu değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için i yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu blmdir.

- Pencere çerçevelerinin yalıtım tabakası ile en az 3 cm üst üste getirilmesine özen gösterilmelidir.
- Hava sızdırmazlığın sağlandığından emin olmak için inşaat aşamasının erken safhasında “basınç testi” uygulanabilir (özellikle tek katlı yapılarda veya müstakil ev projelerinde);
 - Hava sızdırmazlık katmanı oluşturulduğunda “kapı üfleme testi” yapılmalıdır. Bina basınç testine tabii tutulduğunda bütün hava kaçakları tespit edilmelidir. Bu yöntem çok katlı binalarda uygulanmamaktadır.

Kapı Üfleme Testi: Hava bariyerinin sağlamlığının test edilebilmesi için kullanılan ve özellikle pasif bina denetimlerinde mutlaka uygulanan bir yöntemdir. Binanın tüm kapı ve pencereleri kapatıldıktan sonra test ekipmanlarının bir kapı (ya da bir açıklık) üzerine monte edilmesi ve binaya alçak ve yüksek basınç koşulları yaratılarak binadan hava kaçakları olup olmadığının ve seviyesinin ölçülmesi yoluyla uygulanmaktadır.

5. Havalandırma Sistemleri

Enerji etkin binalarda dışarıdan ihtiyaç duyulan enerji miktarı azaldığı için ısıtma sistemleri de daha küçük olabilmektedir. Birçok durumda, binayı ısıtmak için gereken enerji yenilenebilir enerji kaynaklarından ekonomik bir şekilde sağlanabilmektedir.

Havalandırmadan kaynaklanan ısı kaybını önlerken aynı zamanda sağlıklı bir iç mekân oluşturulması açısından ısı geri kazanımlı mekanik havalandırma sistemlerinin kullanılması önerilir. Özellikle pasif binalarda yüksek verimli ısı geri kazanım sistemlerinin kullanılması önemli bir tasarım unsurudur.

- Havalandırma kanalları:
 - Soğuk kanallar ısıtılan bina kabuğu hacminin dışında tutulmalıdır. Eğer bina hacmi içinde yer alması gerekiyorsa da sadece mümkün olduğunca kısa uzunluklarda ve çok iyi yalıtılmış olmaları önemlidir.
 - Sıcak kanallar ise ısıtılan bina kabuğu hacminin içinde yer almalıdırlar. Eğer bina hacmi dışında yer alması gerekiyorsa da mümkün olduğunca kısa uzunluklarda ve çok iyi yalıtılmış olmaları önemlidir.
 - Düz (pürüzsüz) duvarlı kısa kanallar kullanılmalıdır.
 - Akım hızları 3 m/sn'nin altında tutulmalıdır.
 - Sistemde ölçüm ve akım dengeleme sistemleri tasarlanmalıdır.
 - Yangın güvenliği ve yangından korunma mutlaka dikkate alınmalıdır.
 - Gürültü azaltma da dahil gürültü faktörleri, göz önünde bulundurulmalıdır.
- Hava girişleri:
 - Hava akımlarının kısa devre (bypass) oluşturmasından kaçınılmalıdır.
 - Egzost eni (genişliği) değerlendirilmelidir.
 - Akım regülasyonu dahil edilmelidir.
- Kirli Hava Tahliyesi:
 - Isıtma elemanlarının (eğer varsa) üzerine yerleştirilmemelidir.
- Merkezi havalandırma ve ısı geri kazanım ünitesi:
 - Isı eşanjörleri klima santralinde taze hava alış ağzına yakın yerleştirilmelidir.
 - Hava ısıtma üniteleri termal kabuğun içine yerleştirilmelidir. Bu sırada ses seviyesi dikkate alınmalı ve konfor şartlarını bozacak bir duruma sebebiyet verilmemelidir.
 - Ünite aşağıdaki özellikleri sağlamalı veya (tercihen) aşmalıdır:
 - Toplam verim \geq %75
 - Kaçak hava $<$ %3 nominal hacim
 - Dahili kaçak (giriş ve çıkış hava akımları arasında) $<$ %3 nominal hacim

- Yüksek elektrik verimi, güç tüketimi $< 0.45 \text{ Wh/m}^3$ hava
 - Uygun regülasyon/kontrol araçlarının olması
 - Düşük gürültü oranı
 - Mükemmel ısı yalıtımı
- Havalandırma araçları kullanıcı kontrolleri:
 - Ayarlar: yüksek, normal, düşük
 - Mutfak, tuvalet ve banyolarda zaman sınırlı yardımcı fonksiyonlar
 - Havalandırma sistemine bağlı mutfak aspiratörlerinin düşük akımda iyi bir çekme kapasitesi olmalı ve yağ filtreleri içermelidir. Ancak, aktif kömür ve yağ filtreleri ile devirdaim yapan aspiratörler tercih edilir.
 - Ayrıca bir seçenek olarak, giriş havasının buzlanmaması için toprak ısı eşanjörü düşünülebilir. Bu, havalandırma ünitesine yakın yerleştirilmiş sıvı-hava eşanjörlü bir toprak-hava eşanjörü olabilir veya toprak-sıvı eşanjörü olabilir. Bazı iklimlerde, buna muhtemelen ihtiyaç olmayacaktır. Aşağıdakiler ayrıca değerlendirilmelidir:
 - Hava sızdırmazlık
 - Soğuk kanallar ile bina arasındaki mesafe
 - Yaz bypass/soğutma araçları
 - Kondensat çekme
 - Temizlik
 - HEPA Filtre (Filtre kullanımı ve kirliliği verim azalmasına neden olsa da üst seviyede hijyen gereken bazı mahallerin havalandırılmasında kullanımı zorunludur. Peryodik bakımların ve temizliğin düzenli yapılması önem arz etmektedir)

6. Mekanik Tesisat ve Elektrik Tesisatı

- Sıhhi tesisat, sıcak su:
 - İyi yalıtılmış kısa uzunlukta borulama kullanılmalıdır.
 - Termal kabuğun (bina kabuğunun) içinde tutulmalıdır.
- Sıhhi tesisat, soğuk su:
 - Yoğuşmayı önlemek için yalıtımlı kısa borulama kullanılmalıdır.
- Isı kanalları ve bağlantı elemanları çok iyi yalıtılmalıdır.
- Su tasarrufu sağlayan sıhhi tesisat ürünleri kullanılmalıdır.
- Çamaşır ve bulaşık makineleri sıcak su tesisatına bağlanmalıdır.
- Atık su:
 - Kısa branşman boruları, tercihen tek bir drenaj borusu (dahili) kullanılmalıdır.
 - Yalıtılmış harici bir boru ile baca çatı boşluğu (veya her nereye gerekiyorsa) havalandırılmalıdır.
 - Tesisat, hava sızdırmazlık katmanına girmemelidir. Hava sızdırmazlık katmanının içinden geçilmesi gereken yerlerde yüksek performanslı bir sızdırmazlık elemanı (manşon, bant, dolgu) kullanılmalıdır.
 - Binanın mümkün olan her yerinde, maliyet etkinliği de sağlanarak yüksek enerji verimli ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Gri su kullanımı, çift hazneli rezervuar seçimi, aeretör kullanımı, fotoselli bataryalar ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi bazı yenilikçi çözümler projenin uygunluğuna göre değerlendirilebilir.

7. Aydınlatma ve Aydınlatma Kontrolü

- Bina tasarımında gün ışığından mümkün olduğunca faydalanılacak şekilde tasarım yapılmalıdır.
- Amaca göre aydınlatma yapılmalıdır. Yapıların mimari ve işlevsel özellikleri incelenmeli, ortamın aydınlık düzeyi ihtiyacı belirlenmeli ve bu ihtiyaçlara göre armatürler belirlenmelidir.
- Aydınlatma anahtarlarının kumanda ile çalıştırılması halinde, kullanılmayacak mekanlardaki/alanlardaki aydınlatma elemanlarının çalışmasına imkân vermeyecek şekilde tasarım ve uygulama yapılmalıdır.
- Yüksek verimli lambalar tercih edilmelidir. Bu tercih yüksek lümen/watt oranına (etkinlik faktörüne) göre yapılmalıdır. Balastlı armatür kullanılıyor ise, balast elektronik tip olmalıdır.
- Aydınlatma elemanlarının seçiminde renksel geri verim ve kamaşma kriterleri de dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.
- Aydınlatma sisteminin, gün ışığına, ortamda insan olup olmadığına ya da zamana bağlı olarak, otomatik kontrol edilmesi ile kullanım süresini en aza indirilmesi amaçlanmalıdır.
- Aydınlatma otomasyonu yapılacak binalarda otomasyona alınacak hacimler için (genel dolaşım alanları, koridor, atrium, merdiven holleri, wc, ofis, kiler, v.b) binanın fonksiyonu dikkate alınmalıdır.
- Binaya ait bahçe ve çevre aydınlatmasında enerji verimliliği açısından uygun armatür ve lamba tipleri tercih edilmelidir. Ayrıca, aydınlatma sistemi zaman ayarlı veya gün ışığına duyarlı olacak şekilde planlama yapılmalıdır.



İç mekan aydınlatma tasarımı örneği

8. İnşaat – Kalite kontrol ve Sertifikasyon

İnşaat aşamasında denetleme ve kalite kontrol, enerji verimliliği tekniklerinin gerektiği gibi uygulandığını garanti etmek için mutlaka gereklidir. Aşağıdaki kontroller bu tekniklerden bazılarını içermektedir:

- Yalıtım tabakasının sürekliliği sağlanmalıdır. Birleşme yerleri, pencereler ve bağlantı elemanlarının çevresindeki detayların yalıtım tabakasını zayıflatacak ısı köprüleri oluşturmadığı kontrol edilmelidir.
- Bina hava sızdırmaz olmalıdır. Hava sızdırmazlığının uygun bir şekilde sağlandığının ve hava kaçaklarının olmadığı kontrolü amacıyla hava sızdırmazlık tabakası tamamlandığında kapı üfleme testi yapılmalıdır.
- Üst düzey ısı performans sağlanabilmesi için yapı malzemeleri ve kapı/pencere sistemlerinin yüksek kalitede ve sertifikalı olduğu kontrol edilmelidir.
- Yapı denetçilerinin projeye ilgili bilgili olması ve inşaat üretiminin yönetmeliklere uyumlu olduğunun kontrolü için düzenli olarak inşaat sahasında olması sağlanmalıdır.
- İnsan yaşam alanının sadece iç mekanla sınırlandırılmayacağı düşüncesiyle inşaat denetiminin bina ile sınırlı kalmaması; peyzaj, dış ortam mekan kararlarının uygulamalarının da kontrol edilerek tamamlanması gereklidir.

9. Ev Sahibi ve Kiracılar için Bilgiler

- **Kullanıcı El Kitabı:** Kullanıcı için binaya ilişkin kullanma ve işletme talimatları bilgilerinin, ekipmanlar için teknik el kitaplarının, garanti belgelerinin, servis ve bakım hizmetleri için iletişim bilgilerinin olduğu kapsamlı bir dosya tedarik edilmelidir.
- Binanın ve mekanik sistemlerinin nasıl verimli kullanılabileceği ile ilgili son kullanıcılara bilgi ve eğitim verilmelidir.
- Binanın enerji performansını da gösteren ve resmi nitelikli bir belge olan Enerji Kimlik Belgesinin yönetici tarafından bina kullanıcılarının görebilecekleri bir yerde bulundurulması gerekir. Ayrıca bina kullanıcılarını enerji verimliliği konusunda bilinçlendirmeye yönelik kapsamlı bir dosya hazırlanmalı, Enerji Kimlik Belgesinin bir kopyası da bu dosyada yer almalıdır. .

Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi

Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi, Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteğiyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile birlikte, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Milli Eğitim Bakanlığı işbirliğinde yürütülmektedir.

