

Yüksek Performans Binaların Enerji Tasarım Stratejileri

Maden Müh.
Fikret KANTAROĞLU

ÖZET

Fosil yakıtların hızla azalması ve buna bağlı olarak enerji fiyatlarının artması, yenilenebilir enerji kullanımının ve az enerji tüketen, yüksek performans sağlayan bina tasarımlarının önünü açmakta ve hatta zorunlu bir hale getirmektedir. Avrupa ve Amerika'da gerek enerji performansları, gerekse çevreye olan duyarlılıklarından dolayı, bu tür bina projelerine büyük ilgi vardır ve gönüllü-zorunlu uygulamaları başlamıştır. Bütün dünyada bu konuda çok ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Yüksek performanslı binalarda enerji etkin tasarımlarda dikkat edilen noktalar; düşük yüklü bina cepheleri, yüksek verimli ısıtma-soğutma ve aydınlatma ekipmanları, yenilenebilir enerji sistemlerinin maksimum kullanılması (doğal aydınlatma ve havalandırma, pasif ısıtma-soğutma, fotovoltaikler, güneş termal kolektörleri, jeotermal, ısı pompaları, ısı geri kazanım, doğal havalandırma ve yeraltı suyu), daha verimli ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin (HVAC) kullanılmasıdır. Tüm bu sistemlerin tasarımlarının ardından, verimliliklerinin ve performanslarının bilgisayar simülasyonları onaylanması da, tasarım kadar önem taşımaktadır. Bu çalışmada da yüksek performanslı binaların enerji tasarım stratejileri Amerika Birleşik Devletleri'nden (ABD) ve Avrupa ülkelerinden elde edilen istatistikî veriler ile detaylı şekilde ele alınmış ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Performans Bina, Enerji Etkin Tasarım, Yenilenebilir Enerji, HVAC Sistemleri

1. GİRİŞ

Fosil yakıtlar ve nükleer enerji gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının çıkartılması ve tüketilmesi çok büyük çevresel etkilere neden olmaktadır ve asit yağmurları, azot oksitler, partiküller, radyasyon, kül tasfiye problemi ve nükleer atıkların uzun süreli depolanmaları şehir alanlarında tüketilen enerjinin ortaya çıkardığı bu çevresel etkilere sadece bazılarıdır. ABD'de binaların enerji tüketim değerleri hemen hemen otomobillerin enerji tüketim değerleriyle aynı seviyededir (binalar tarafından %40 civarında birincil enerji tüketilirken yaklaşık aynı miktarda enerji de ulaşım için tüketilmektedir).

Dünya fosil yakıtların çevreye verdikleri zararların yanı sıra artan enerji ihtiyacı karşısında hızla tükenmesi problemiyle de karşı karşıyadır ve kalan petrol kaynaklarını çıkarmak için önemli ölçüde ek

Abstract:

The rapid decline of fossil fuels and increase of energy prices pave the way of the renewable energy use and energy efficient high performance building design and even become a mandatory. There is a great interest in this kind of building projects in Europe and the USA because of both their energy performances and environmental awareness and voluntary-mandatory applications has begun. All over the world, very serious investments are made in this subject. The points that the high-performance building energy efficient design are use of low load building envelope, high-efficiency heating, cooling and lighting equipment, the maximum use of renewable energy systems (day-lighting, passive ventilation, passive heating and cooling, photovoltaic, solar thermal collectors, geothermal, heat pumps, heat recovery, natural ventilation and groundwater), more efficient heating, ventilation and air conditioning systems (HVAC). After the design of all these systems, approval of their efficient and performance with computer simulations are as important as the design. In this study, energy design strategies of high performance building have been studied and interpreted in detail with statistical data obtained from the United States of America (USA) and European countries.

Key Words:

High Performance Building, Energy Efficient Design, Renewable Energy, HVAC Systems

Makale

enerji ve finansal kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanlığın artan talepleri ve gelişen üretim süreçleri, enerjiye ve enerji kullanımına olan ihtiyacı artırmakta, dünya çapında ekonomi büyümeye devam ederken, tüm dünya bol ve ucuz enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Ancak hiçbir ülkenin ihtiyacı Avrupa'nın ve ABD'nin ihtiyacı kadar fazla değildir. Sistem ekolojisi ile ilgilenen çevrebilimci H.T. Odum, yakın bir gelecekte petrol ekstarksiyonu için, petrolün sağlayacağı enerji değerinden çok daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulabileceğini belirtmiştir. Odum ve meslektaşları, çoğunlukla fosil yakıt kaynaklı enerji sistemleri yerine bazı kilit teknolojiler önermektedirler ancak önerilen çoğu sistemin aktif kullanımı için, kendilerinin asla üretemeyecekleri kadar çok enerji gerektirmektedirler. Bu noktada da, enerji, su veya maddesel sorunlarımızın çözümü için teknik çözümlerin her zaman bulunacağına inanan teknolojik optimistler, fosil yakıt türleri yerine geçecek, gerçekten tutarlı bir yedek bulamamaktadırlar.

Sürekli büyüyen uluslararası talep ve rekabet sonucu olağanüstü şekilde artan enerji sorunuyla her geçen gün daha yakından yüzleşmekteyiz ancak nasıl yaşayacağımız ve nasıl binalar tasarlayacağımız konusunda bazı önemli kararlar almak için hala vaktimiz var. Yeşil bina hareketi ve benzer gayretler ile bina tasarımları tamamen değiştirilerek, binaların enerji performanslarını geliştirilmeye çalışılmaktadır. Güneş enerjisi, yer kaynaklı sistemler, radyatif soğutma ve diğer radikal yaklaşımların kullanımının geliştirilmesiyle, binaların en azından tükettikleri kadar enerji üretmelerine olanak sağlanabilir.

2. BİNALARIN ENERJİ SORUNU

Üretilen enerjinin sınırlı oluşunun yanı sıra, üretimde çevre korunmasına yönelik istek ve zorunlulukların artması ve gelecekte enerji maliyetlerinin önemli ölçüde artacağı gerçeği, enerji sorununun çözümünü daha da güçleştirmektedir. 2002 yılında ABD'de 80 milyon binanın, ülke temel enerjisinin %36'sı civarında (yaklaşık 1 katrilyon BTU civarında) enerji tükettiği ve tüketilen bu enerjinin %31'inin aydınlatmada, %22'sinin ısıtmada ve %18'inin de soğutmada kullanıldığı kaydedilmiştir. Yoğun şekilde tüketilen

bu enerji, partikül emisyonunun sebep olduğu küresel iklim değişikliğine, asit yağmurlarına ve geniş alanlarda görülen sağlık sorunlarını neden olmaktadır.

ABD'de 2002 yılında binaların tükettikleri enerji,

- Sülfür emisyonunun %47'sine
- Nitrojen oksit emisyonunun %22'sine
- Karbondioksit emisyonunun %35'ine katkıda bulunmuştur.

2002–2010 yılları arasında 18,4 milyon m² yeni ev ve 1.97 milyar m² yeni ticari binanın inşa edileceği tahminlerine dayanılarak enerji tüketiminden kaynaklanan çevresel etkilerin çok daha artacağı söylenebilir. Tasarlanan bir hükümet programıyla, 2010 yılına kadar yeni inşa edilen evlerdeki ve ticari binalardaki enerji tüketimini %50, var olan ev ve ticari binalardaki enerji tüketiminin de %20 azaltılması hedeflenmektedir. Bu başarıya ulaşmak için teknolojik buluşlar, daha iyi bina tasarım araçları, simülasyonları ve geliştirilmiş yapı teknikleri gerekmektedir. Amaç sadece enerji tüketimini kontrol etmek değil, aynı zamanda binalardaki diğer sistemlerin birçoğunu da en iyi şekilde işletmektir.

Bugün sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu vb. pek çok isim altında karşımıza çıkan doğayla uyumlu yapılar, yapının arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirildiği, bütüncül bir anlayışla tasarlanmaktadır. Sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışıyla, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanılmasını teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tariflenebilirler. Bugünün 'yeşil' binaları, yeşil olmayanlara kıyasla %30 gibi çok ciddi anlamda enerji tasarrufu sağlayabilmelerinin yanı sıra daha estetik, çekici ve sağlıklı binalar olmalarıyla da ön plana çıkmaktadırlar. Çok büyük bir ön yatırım gerektirmeyen yeşil binalar, günümüzde yerel yönetimler tarafından bir zorunluluk haline getirilmeye başlamaktadır. Örneğin New York'ta yapılacak olan tüm yeni binaların ve belli bir bütçenin üzerindeki tüm

renovasyonların, yeşil bina mevzuatına uyması zorunluluğu getirilmiştir.

2.1. Yüksek Performanslı Binaların Enerji Tasarım Stratejileri

Enerji etkin bir binanın tasarımında izlenecek temel adımlar şunlardır:

1. Enerji tüketiminin en aza indirilmesinde tasarımcılara yardımcı olmak için bina simülasyon gereçleri kullanımı.
2. Binanın pasif güneş tasarımının optimize edilmesi.
3. Bina kabuğunun termal performansının en üst seviyeye getirilmesi.
4. İçyapı yükünün en aza indirilmesi.
5. Enerji kullanımını en aza indiren etkili bir HVAC sistemi tasarlanması.
6. Mümkün olan en üst seviyede yenilenebilir enerji kullanımının dahil edilmesi.
7. Kombine ısı ve güç sitemlerinden, kojenerasyondan, havalandırmadan/egzozdan ve diğerlerinden atık enerjinin toplanması.
8. Uygun olan yerlere yeni ortaya çıkan stratejilerin dahil edilmesi (yer kaynaklı ve radyatif soğutma gibi).

Enerji etkin bir bina tasarımı karmaşık bir girişimdir ve bu basamaklar sadece tek bir bölümde uygulanamazlar; bunlar aslında pasif dizayn ile başlayan tekrarlanan bir prosesin parçalarıdır. Tasarımın maliyeti bu basamakların arasında müşterinin ihtiyaçları ve bütçesine göre ayarlanabilir. Yapım sistemi ve yapı malzemelerinde seçici davranılmasıyla maliyetlerin artacağı düşünülebilir ancak binanın prestij ve değerinin artması ve enerji tüketimindeki tasarruf göz önüne alındığında, artan maliyet önemini yitirir. Özellikle mimari tasarım sürecinde doğru karar ve ilkeler ile bina değeri yükseltilebileceği gibi maliyetler de optimumda tutulabilir. Yeşil binaların giderek önem kazanması ve yaygınlaşması ile tercih edilme önceliği de artacaktır. İlk yapım maliyetlerinin % 5 – 10 arasında artırdığı tahmin edilen yeşil binaların enerji tasarrufunda %50 - 70'e varan tasarruf sağladığı gözlenmektedir. Uzun dönemde yeşil binalar, işletme maliyetlerinin düşük olması ile önemli kazanımlar sunmaktadır.

2.1.1. Bina Enerji Tasarımı için Hedeflerin Belirlenmesi

Yüksek performanslı bir bina tasarımında, bina için enerji hedeflerinin belirlenmesi, modern yüksek performanslı binaların en iyi örneklerinin irdelenmesi ve tasarımın bina enerji simülasyonlarıyla desteklenmesi esas noktalardır. Hedeflerin belirlenmesi için uzmanlar, 2000 yılında ABD'de bina tasarımı için endüstri standardı olarak kabul edilen LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik) adı verilen standartları oluşturarak, çevreci binaların yapılması için belli kriterler getirmişlerdir. Kriterlerin ana hedeflerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- Tasarımcıları çevresel konulara karşı daha duyarlı hale getirmek,
- Ürün geliştiricilerin, tasarımcıların ve kullanıcıların çevreyle dost binaları tercih ve talep etmelerini ve bu yönde bir piyasa oluşmasını sağlamak,
- Toplum genelinde, binaların, küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakasındaki incelme üzerindeki büyük etkisi konusunda farkındalığı yükseltmek,
- Bağımsız olarak değerlendirilen hedefler ve standartlar belirlemek bu sayede yanlış talep ve uygulamaları en aza indirmek,
- Binaların çevreye olan uzun vadeli etkilerini azaltmak,
- Gün geçtikçe azalan su ve fosil yakıtlar gibi kaynakların kullanımını azaltmak,
- Bina içi ortam kalitesini ve bu sayede kullanıcıların esenliğini ve konforunu artırmak.

Bu noktadan hareketle, LEED'i bina bazındaki projelerin çevre üzerindeki etkilerini ve doğal kaynakları korumadaki duyarlılıklarını ortaya çıkarmada ölçülebilir bir referansın olmasına olanak sağlayan bir tür sertifikasyon sürecini içeren derecelendirme sistemi olarak tanımlamak mümkündür.

2.1.2. Bina Enerji Simülasyonu ve Gün Işığı ile Aydınlatma Simülasyonu

Simülasyon, karmaşık bir sistemin basitleştirilmiş bir modelini oluşturarak, gerçek sistemin davranışını tahmin etmek ve analiz etmek üzere bu modeli kullanma süreci olarak tanımlanabilir. Gerçek sistemle-

Makale

ri tüm karmaşıklıkları içinde analiz etmek çok zor, hatta imkânsızdır ve genellikle bunu, bu karmaşıklık içinde gerçekleştirmek gereksizdir. Simülasyonun temel amacı, gerçek sistemden dikkatlice çekip çıkartılarak, sadece belirli gereklerle ilgili elemanların dikkate alınması ve görel olarak daha önemsiz olanların göz ardı edilmesi ile gerçek sistem davranışını doğru olarak tahmin etmek üzere kullanılabilen bir model geliştirmektir.

Bina tasarımının ilk evrelerinden itibaren enerji etkinliğine ve çevresel duyarlılığa yönelik doğru malzeme ve bileşen kararları almaya yardımcı bir dizi bilgisayar simülasyon programından söz edilebilir. Biçim, boyut, yönlendirme ve bina sistemlerinin tüm bina enerji tüketimini nasıl etkilediğini analiz edebilen bu programlardan elde edilecek bilgi, enerji tüketimini etkileyen bina sistemleri (kabuk, aydınlatma, HVAC, vb.) ile ilgili tasarım kararlarını yönlendirmede büyük rol oynamaktadır. Günümüz simülasyon araçları aktif ve pasif bina sistemlerinin entegrasyonuna izin vermektedir ve ısıtma ve soğutma sistemleri, duvar ve çatı seçimleri, izolasyon, aydınlatma, kapılar ve pencereler, iç ve dış gölgeleme ve çatı pencereleri arasındaki etkileşim kolaylıkla incelenebilmektedir.

Enerji etkin bir binanın anahtar bileşeni olan gün ışığı ile aydınlatma tamamen pencerelenmiş cephelemlerle, cam çatılı atriumlarla ve çatı ışıklıklarının geniş kullanımıyla günışığının daha fazla kullanımına imkân veren mimari konseptlerde görülebilir. Yapılan optimum gün ışığı ile aydınlatma simülasyonu, pencere düzeni, örtü termal direnci ve suni ışıklandırma için kullanılan enerji arasındaki dengenin kurulmasında önemlidir.

3. PASİF TASARIM STRATEJİSİ

Yüksek performans bir binanın enerji sistemi tasarımının karmaşıklığına göre, başlangıç noktasında ilk dikkate alınması gereken pasif tasarımdır. Pasif tasarım, binanın site alanındaki güneş ışığı, rüzgar, bitki örtüsü ve var olan diğer doğal kaynaklarına dayanan, ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma sistemlerinin tasarımıdır. Pasif tasarım, enlem, boylam,

güneşlenme, nemlilik, yıllık rüzgar kuvveti ve yönü, ağaçların ve bitki örtüsünün varlığı ve diğer binaların varlığı gibi pek çok faktöre bağlı olduğundan karmaşıktır. Optimum bir pasif tasarım, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma enerji maliyetlerini önemli ölçüde düşürebilmelidir.

Pasif tasarım stratejisi geliştirilirken olması gereken bazı faktörler şu şekildedir:

- *Yerel iklim:* Yıl boyunca güneş açısı ve güneşlenme (solar insolation), rüzgar hızı ve yönü, hava sıcaklığı ve nemlilik
- *Site Şartları:* Arsa, bitki örtüsü, toprak, su tabakası, mikroklima, diğer binalarla ilişkisi
- *Bina En Boy Oranı:* Bina eninin boyuna oranı
- *Bina Yönelimi:* Doğu-batı yönlü uzun eksen, oda düzeni, cam düzeni
- *Bina Kütlesi:* Maddelerin enerji depolama potansiyeli, pencere düzeni, renk
- *Bina Kullanımı:* Doluluk durumu ve kullanım profili
- *Gün Işığı ile Aydınlatma Stratejisi:* Pencere düzeni, gün ışığı ile aydınlatma gereçleri
- *Bina Kabuğu:* Geometri, izolasyon, pencere düzeni, kapılar, havalandırma, gölgeleme, termal kütle, renk
- *İç Yükler:* Aydınlatma, donanım, aletler, insanlar
- *Havalandırma Stratejisi:* Çapraz havalandırma potansiyeli, rutin havalandırma yolları, baca etki potansiyeli.

3.1. Gün Işığı ile Aydınlatma

Aydınlatmada doğal ışık veya gün ışığı kullanımı yüksek performanslı binaların ayırıcı özelliklerinden birisidir. Günışığı aydınlatma, çatıya yerleştirilen şeffaf bir fanus, güneş ışığını taşıyan bir şaft ve ışığın tavandan mekana yayılmasını sağlayan tavan kapak biriminden oluşmaktadır. Günışığı ile aydınlatma sistemi, doğal güneş ışığının, %100'e yakın yansıtıcı özellikli şaft içerisinde yansıtılarak odanıza veya ürünlerinizi sakladığınız deponuza kadar ulaşmasını sağlar. Yıllık elektrik tüketiminin yaklaşık %40'ından fazlasının aydınlatmada kullanıldığını düşünürsek, ofis ve depo gibi mekanların aydınlatma ve aydınlatmadan kaynaklanan iklimlendirme amaçlı enerji harcamalarında %97'ye varan oranlarda tasarruf sağlanabilir.

3.2. Pasif Havalandırma

Havalandırma, taze havayı içeriye almak, nemli ve kirli havayı dışarıya atmak, bazen de soğutmak için gereklidir. Pasif havalandırma, havanın bina cephesindeki açıklıklardan, bina çevresindeki doğal rüzgar akımı ve ısı farkları sayesinde dışarıya atılmasıyla gerçekleşir. Daha ayrıntılı bir şekilde açıklamak gerekirse, pasif havalandırma; pencereler ve kapılar gibi bina açıklıklarından, rüzgar basıncından ve içeriye dışarıya arasındaki ısı farklarından dolayı oluşan kontrollü hava hareketi ya da rüzgar ve ısıdan dolayı meydana gelen basınç farklılıklarının oluşturduğu, bina cephesindeki istemsiz açıklıklardaki kontrolsüz hava akımı kullanılarak yapılabilir. Pasif havalandırma sisteminin tasarımını ve performansını belirlemek zordur. Sağlanan havalandırma oranları hakim olan rüzgarın yönü ve rüzgar yönündeki mevsimsel ve günlük değişimler, ortalama rüzgar hızı, bina şekli, çevredeki arazi şekli ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlıdır.

Avrupa’da, tipik bir pasif havalandırma tasarımında ilk göz önünde bulundurulacak havalandırma için gereken hava miktarıdır. İngiltere’de, Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) gerekli standartları ve esasları yayınlamıştır. CIBSE’ye göre;

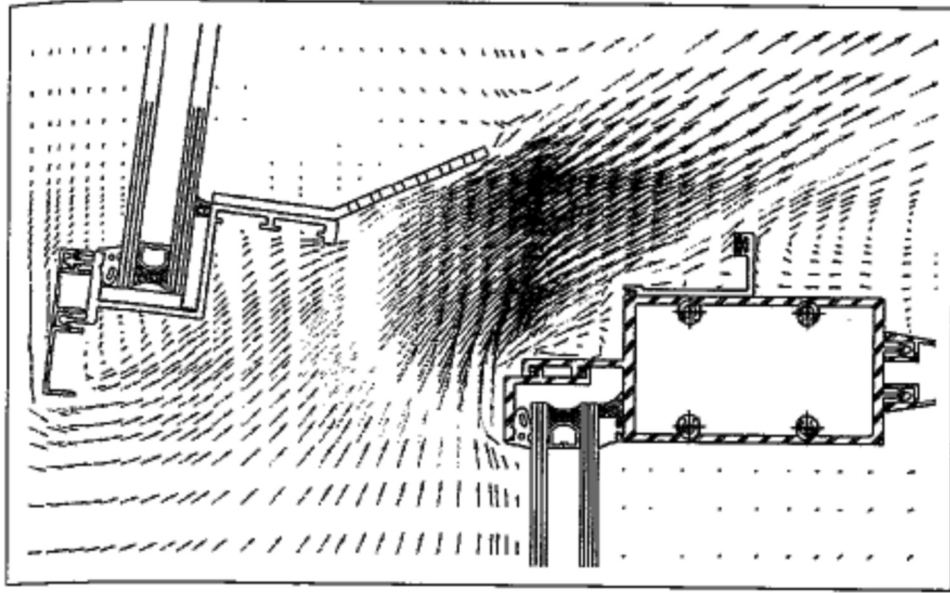
- Sınıflarda saatte 2–4 kez hava değişimi,
- Ofislerde saatte 4–6 kez hava değişimi,
- Tiyatrolarda saatte 6–10 kez hava değişimi,
- Depolama alanları saatte 1–2 kez hava değişimi sağlanmalıdır.

İngiltere’de, genelde 1–6 m/s aralığında olan dışarıdaki rüzgar hızı, tasarımdaki faktörlerden biridir ve yapıdaki hesaplanan hava akımı miktarının hareketi için gerekli pasif havalandırma bacalarının sayısı tasarlanır.

Çok fazla sayıda pasif havalandırma sistemi örneğine sahip olan Avrupa’nın aksine, ABD’de de bu konsept henüz yeterince başarılı olamamıştır. ABD’nin en iyi örneklerinden birisi olan San Francisco’daki federal bina’nın akışkan dinamiği hesaplamaları (computation fluid dynamics)(CFD) simülasyonu Şekil 1’de görülmektedir.

3.3. Pasif Soğutma

Son yıllarda özellikle Avrupa ülkelerinde iklimlendirme sistemi kullanımında bir artış görülmektedir. Bu, elektrik fiyatlarını yükselten ve bu ülkelerdeki enerji dengesini bozan pik yük zamanlarına ilişkin ciddi sorunlar yaratmaktadır. Yaz döneminde binala-



Şekil 1. Pasif havalandırma sistemi tasarımında, San Francisco Federal Binası etrafındaki rüzgar ve hava akımının akışkan dinamiği hesaplamaları modeli gibi bina tasarımında geleneksel olmayan araçların kullanılması gerekmektedir.

Makale

rın enerji performansını iyileştirecek stratejilere öncelik verilmelidir. Bu kapsamda, öncelikle bina çevresindeki mikroklima ve iç iklimsel konforu iyileştirecek pasif soğutma tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

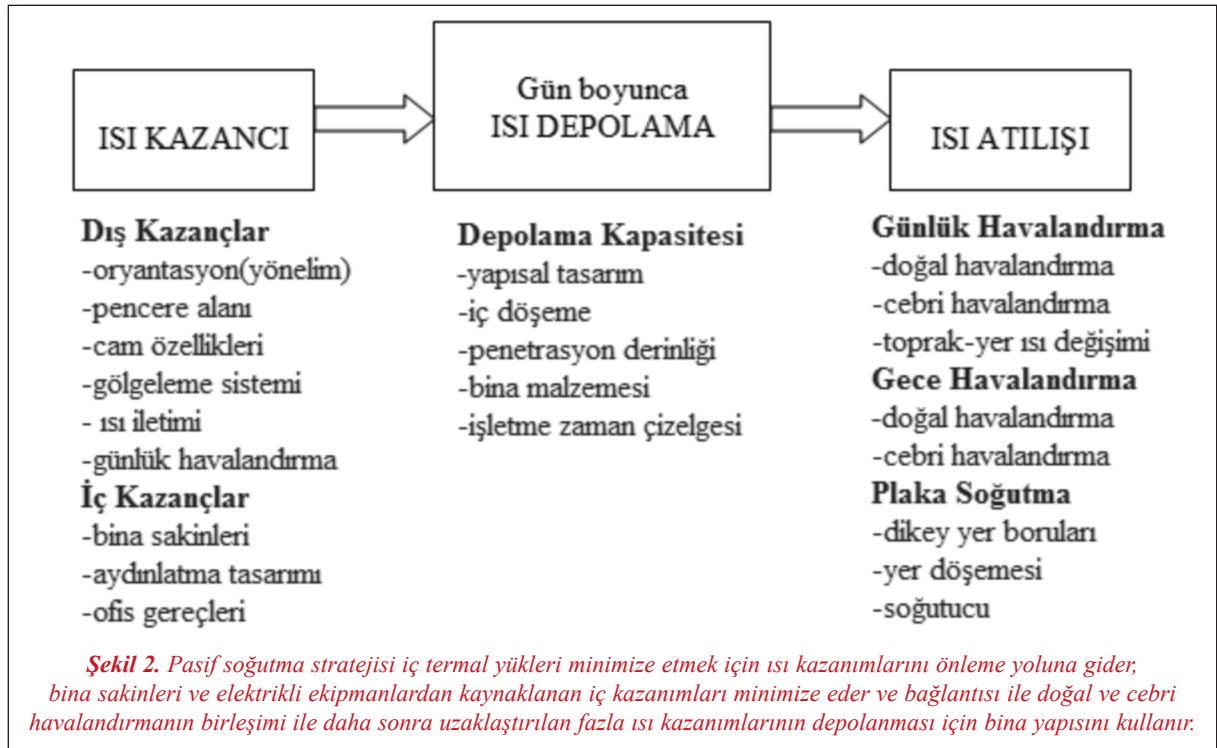
ABD'deki emsalleri ile karşılaştırıldığında Alman yüksek performans binalarının, ciddi anlamda daha iyi enerji performansına ulaştıkları söylenebilir. Sorulması gereken soru, Almanların binalarında böyle olağanüstü bir enerji performansına nasıl ulaştıklarıdır? Cevap, binaların nasıl işletilmesi gerektiğiyle ilgili son birkaç on yıllık süredeki bazı temel kabulleri değiştiriyor olmalarıdır. Bina sakinlerini dış ortam şartlarından tamamen izole etmekten ziyade, artık doğal havalandırma, gün ışığı ile aydınlatma ve pasif soğutma yardımlarıyla daha ılımlı bir etkileşimi benimsemekteler. "Lean building" adını verdikleri bu konsept, ısıtma ve soğutma için daha küçük bina servis elemanlarının kullanılmasını sağlamıştır. Alman kontekstinde, pasif soğutma, ısı kazanımını düşüren ve doğal soğutucuları mümkün kılan tüm ölçüler arasındaki etkileşimdir (Şekil 2).

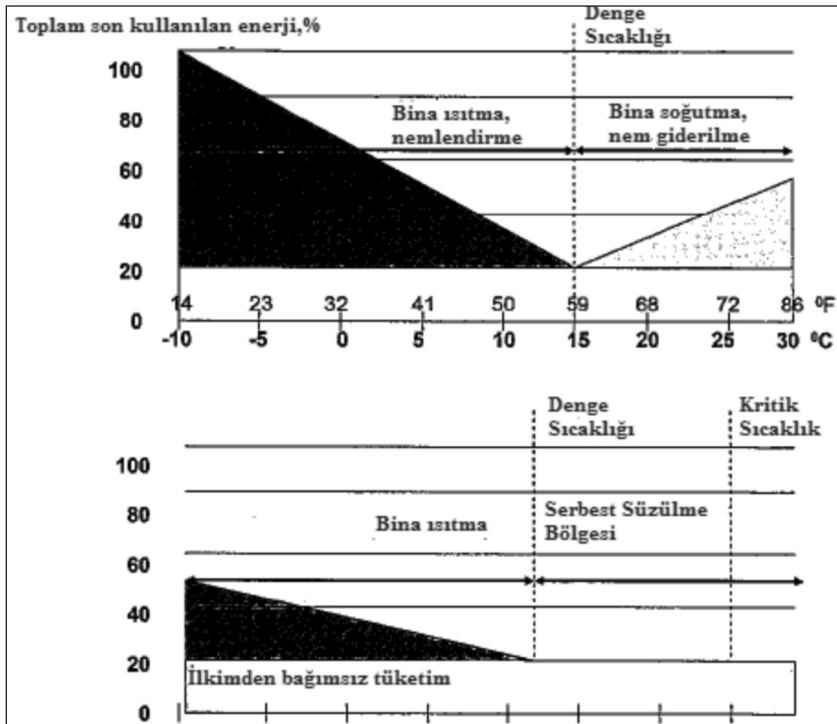
Temel tasarım önceliği, harici ısı kazanım salınımları-

nın ve dinamiklerinin sınırlandırılmasıdır. Neredeyse tüm binalar dışarıdan ayarlanabilir güneş gölgeleme donanımı kullanmakta ve toplam güneş enerjisi iletimi %15'in altında tutulmaktadır. Soğutma, bina kütle-sinin toprak-hava ısı değiştiricisi ile soğutulduğu, gece havalandırması kullanılarak yapılmaktadır. Mekanik ve hibrit gece havalandırması performans katsayısı (Coefficient of Performance) (COP), geleneksel soğutmadan çok daha yüksek olup 4,5 ila 14 arasında değişir. Toprak-hava ısı değiştiriciler 20–280 arasında değişen oldukça yüksek performans katsayılarına sahiptir. Günümüzde kullanılan pek çok klima sisteminin kalbi olan en iyi performanslı soğutucunun maksimum performans katsayısının 8 olduğu belirtilmektedir. Şekil 3'de bu strateji grafiksel olarak anlatılmaktadır.

4. AKTİF MEKANİK SİSTEMLER

Binanın pasif solar tasarımlarının en uygun hale getirilmesinin ardından, binadaki iç yükler azaltılarak enerji kaybı minimum seviyeye çekilmelidir. Bazı binalarda bina yük hacmi bina içinde bulunan insanlardan kaynaklanırken, bazılarında da ekipmanlar, ışıklandırma ve diğer cihazlar tarafından daha baskındır. Bir üniversitedeki sınıf ve içi bilgisayar, foto-





Şekil 3. Düşük enerji Alman binalar klasik mekanik soğutma ihtiyacının çoğunu veya tamamını ortadan kaldırmak için pasif havalandırma ve soğutma kullanmaktadır. Çalışmalar bu stratejinin ofisler için kabul edilebilir alan şartlarını nadiren aşan sıcaklıklarda sonuç verdiğini göstermiştir. Sonuç olarak m²'de yıllık 100kW's birincil enerji kullanan binalar yapılabilir.

kopi makinesi gibi çok sayıda cihazla dolu bir ofis bu durumlar için birer örnek olabilirler.

Bilinen tüm sistemler ile her bina ısıtılıp, soğutulabilir. Ancak önemli olan hangi sistemin binanın işletme senaryosuna en uygun olabileceğinin belirlenmesidir. Seçilen sistem ortalama 20 yıldan fazla süre kullanılacağına göre, işletme maliyeti (ekonomik olup olmadığı), sessiz ve sorunsuz çalışması havalandırma yeteneği, vb. sistem seçim kriterlerindeki beklentileri ne kadar karşılayabileceği irdelenmelidir.

Tesis sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılamak için çok fazla türde HVAC sistemi kullanılabilir. Sistem seçiminin türü, bina boyutu, iklim koşulları ve binanın yük profilinin fonksiyonudur. Günümüzde, HVAC sistemlerinde tüketilen enerjinin yapının toplam enerji tüketimindeki payı, kullanım amacına bağlı

olarak % 15 ila %60'ını bulmaktadır. Bu bağlamda, enerjinin ve hatta boşa giden enerjinin etkin ve verimli kullanımı, özellikle büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, sıcaklık, hacim ve kontrol stratejileri konusunda HVAC sistem parametreleri üzerinde yapılan çalışmalar, enerji sarfiyatı azaltılarak daha yüksek verimlerin elde edildiği sistemlerin gerekli konfor şartları sağlanırken de mümkün olduğunu göstermiştir. Aşağıdaki alt bölümlerde, HVAC sistemindeki bazı temel ekipman türlerinin seçimi hakkında bilgiler verilmektedir. Bu ekipmanlar; soğutucular, hava dağıtım sistemi bileşenleri ve enerji dönüşüm sistemleridir.

4.1. Soğutucular

Soğutucular; endüstriyel alanda su, yağ veya mamulün soğutulmasında, merkezi iklimlendirme sistemlerinde su ve soğutucu akışkanın soğutulması amacı ile soğuk su üreten sistemlerdir. Soğutucular, ticari bir binada tek başlarına toplam bina enerjisinin % 23'ünü tüketebilen çok yüksek seviyede enerji kullanıcılarıdır. Aynı zamanda gün boyunca güç tüketimlerini artıran, yüksek güç taleplerini karşılamak için yardımcı tesislere de ihtiyaç duyan bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle, soğutucular ticari müşterilerin maksimum güç giderlerinin geniş bir kısmını oluştururlar. Soğutucular maksimum güçte çalışırken maksimum verim de elde ederler.

Günümüzde dört tip soğutucuya yaygın olarak rastlanmaktadır.

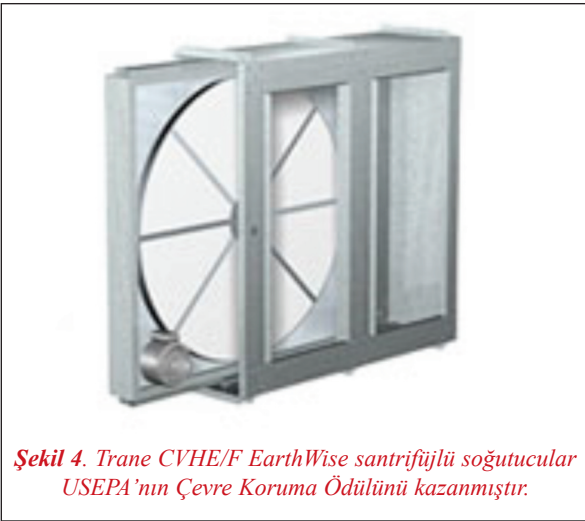
- Santrifüjlü (300 tondan yukarısı) (1000kW)
- Vidalı (50–400 ton) (170-1360kW)

Makale

- Scroll (50 tondan yukarısı)(170kW)
- Pistonlu (150 tondan yukarısı) (510 kW)

Soğutucu üretimcileri, yüksek performans yeşil binaların ihtiyaçlarını karşılamak için yüksek verimli soğutucu üretiminde çalışmaktadırlar. Örneğin Trane CVHE/F EarthWise santrifüjlü soğutucular USEPA'nın Çevre Koruma Ödülünü kazanmıştır (Şekil 4.). HVAC ekipmanlarının bu kategorisinde, 0.45 kWh/ton soğutma hızıyla EarthWise santrifüjlü soğutucular en yüksek verime sahiptirler.

Soğutucu tesisler, doğrudan dijital kontrol (DDC) gibi yeni teknolojilerle birleştirilerek güvenilirliği geliştirildiği takdirde, tesis verimi %50'den fazla artırılabilir. Bir bina için çok sayıda farklı soğutma teknolojisi düşünülebilir. Genelde, tüm türdeki soğutuculardan en yüksek performans katsayısına su soğutmalı döner vidalı veya scroll soğutucular sahiptir. Scroll tip soğutucuların, soğutma verimlerinin yüksek olması, daha güvenilir, daha emniyetli, titreşimsiz ve daha sessiz çalışmaları, daha az yer kaplamaları ve ağırlıklarının düşük olması gibi avantajları nedeniyle daha çok tercih edilmektedirler. Maliyetinin diğer kompresörlere göre yüksek olmasına rağmen sağladığı enerji tasarrufu ve uzun vadede arıza sorunlarıyla karşılaşmadığından dolayı maliyet dezavantajı önemini kaybetmektedir. Su soğutmalı soğutucuların önemli bir dezavantajı, bina tarafından emilen enerjinin atılması için soğutma kulesi sağlanmasına gerek duymalarıdır.



Absorpsiyonlu soğutma sistemleri ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılarak, hem çevre koruması hem de enerji tasarrufu sağlamaktadırlar. Sistemin yapısı diğer soğutma sistemlerine göre daha karmaşık ve absorpsiyon soğutucular oldukça düşük performans katsayısı gösterme eğilimindedirler. Bu değer çoğunlukla 1'den az olup, bu çok düşük bir performans seviyesi olarak görülmektedir. Fakat atık enerjilerin ve yenilenebilir enerjilerin değerlendirilmesinde en uygun sistemlerdir. Absorpsiyon soğutucular, soğuk su üretmek için oldukça düşük sıcaklıklı ısı kullanabilirler, böylece solar termal enerji ve fosforik asit yakıt hücreleri gibi yakıt hücresi türlerinin atık ısılarıyla çalışırlar.

Tablo 1. yüksek performans soğutucu tesisin özelliklerini tanımlamakta ve Tablo 2'de oldukça düşük maliyetli, yüksek verimli soğutucu tesis için gerekli birkaç tasarım stratejisini vermektedir.

Tablo 1. Yüksek Verimli Soğutucu Tesisin Özellikleri

- *Etkili tasarım anlayışı.* Verimliliğe ulaşmadaki temel, beklenen çalışma şartlarına cevap vermeye hazır uygun tasarım anlayışının seçilmesidir.
- *Etkili bileşenler.* Soğutucular, pompalar, fanlar ve motorların hepsi sistemik verim için bağımsız seçilmelidirler.
- *Uygun kurulum, yapılandırma ve işletme.* İlk iki kriteri sağlayan bir soğutucu tesisi eğer uygun şekilde kurulup işletilmezse, hala çok fazla enerji israf edebilir ve bina sakinlerine yeterli rahatlık sağlayamaz. Bu nedenle, kurallara uygun bir yapılandırma prosesi takip edilmelidir.

Tablo 2. Yüksek Verimli Soğutucu Tesis İçin Tasarım Stratejileri

1. Soğutucu Kısım Yük Verimine Odaklanmak.

Soğutucu tesis yük verimini geliştirmek için üç yöntem: yoğunlaştırıcı su sıcaklığını azaltarak çalışabilecek bir soğutucu belirlenmesi, kompresör motoru için değişken hızlı tahrik (VSD) belirlenmesi ve beklenen çalışma şartları baz alınarak soğutucu sayısı ve boyutunun seçilmesi.

2. Etkili Pompalama Sistemi Tasarlamak.

Pompalama sisteminde kullanılan enerji, mevcut en yüksek su akış gereksinimine ve sistemdeki tüm bileşenler boyunca mevcut basınç düşüşüne dayanan pompa sınıflandırılması ile azaltılabilir.

3. Uygun Soğutma Kulelerinin Seçimi.

Soğutma kulelerinin uygun boyutlandırılması ve kontrolü soğutucunun verimli işletilmesinde temeldir. Soğutma kuleleri görev için sık sık yeter-siz boyutlarda olur. Etkili bir soğutma kulesi uygun yaş termometre sınıf kriteri kullanımı baz alınarak belirlenebilir.

4. Yapı Enerji Yönetim Sistemi ile Soğutucu Kontrolünün Birleştirilmesi.

Modern soğutucular bilgisayar kontrollü olmalarına rağmen tüm binanın tesisini optimum şartlarda işletebilmesi için gereken kapasiteyi sağlaması için binaların enerji yönetim sistemleri ile birleştirilmelidirler.

5. Sistemin Yapılandırılması.

Verimli bir soğutucu tesisi olsa dahi kurulum problemleri, zayıf kontrol sistem programlanması veya tasarım takımı ile müteahhit arasındaki koordinasyon eksikliği nedeniyle potansiyeline ulaşamayabilir. Bir soğutucu sistemin yapılandırılması, verim ve güvenilirliğini geliştirebilir ve mal sahiplerine bedel ödedikleri verim seviyesine ulaşmalarını sağlar.

4.2. Hava Dağıtım Sistemleri

Modern binalardaki diğer bir enerji tüketicisi, klima santralleri, elektrik motorları, kanal sistemi, hava dağıtıcılar, sayaçlar ve ızgaralar, enerji ve nem çeviriciler, kontrol kutuları ve bunların kontrol sistemlerinden oluşan hava dağıtım sistemleridir. Yaşanan alanlarda, istenmeyen hava akımları, aşırı ses düzeylerinin oluşmaması için, yapı sahipleri, işleticiler, mimarlar, mühendisler, uzman firmaların yetkilileriyle bir takım oluşturarak, hava dağıtım sistemlerini özenle tasarlamalı, cihazları titizlikle seçmelidir.

Hava dağıtım sistemleri ihtiyaç duyulan tam kapasiteyi sağlamak ve çok çeşitli çalışma koşulları karşısında verim sağlamak için, soğutucu tesisler ile aynı

yaklaşım kullanılarak tasarlanır. Greening Federal Facilities'e göre hava dağıtım verimini geliştirmek için tasarım özellikleri (1) değişken hava hacim (VAV) sistemleri, (2) VAV dağıtıcılar, (3) düşük basınçlı kanal sistemi dizaynı, (4) low-face hızlı hava işleyiciler, (5) değişken frekanslı tahrik (VFD) motorları ile uygun fan seçimi ve (6) pozitif yer değiştirme havalandırma sistemini içermelidir.

4.3. Enerji Dönüşüm Sistemleri

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 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.

Binaların taze hava gereksinimleri, önemli miktarda taze havanın bina içerisine girerken yaklaşık aynı miktarda havanın da dışarıya atılması yöntemiyle karşılanır. Bu hava değişimi için gerekli enerji maliyeti hayli fazla olabilir. ASHRAE 62.1-2004 standardı ile bina sistemleri için gerekli taze hava miktarlarını düzenlemiştir. Örneğin, New York'da 32°C hava sıcaklığı olan bir yaz gününde, %80-90 bağıl nemlilikte, sıcak, nemli hava havalandırma amacıyla binaya sokulacaktır. Aynı anda %50 bağıl nemlilikte 22°C olan içerinin sıcaklığı dışarıya atılacaktır. Açıkça, yazın dışarının havasını dışarıya atılan hava ile soğutmak, tam tersi içinde kış boyunca binaya sokulan dışarının havasını enerji kullanarak ısıtmak için bir cihaz kullanılması faydalı olacaktır. Ekonomizerler ve enerji geri kazanımlı vantilatörler havalandırma için dışarının havasının kullanılması ve içeri giren taze hava ile dışarı atılan hava akımları arasındaki enerji değişimi için geliştirilmişlerdir.

Makale

4.3.1. Ekonomizerler

Ekonomizerler iklim koşullarının uygun olduğu her yerde özellikle geçiş mevsimlerinde sıklıkla kullanılabilir ve tipik bir binada enerji tasarrufunu en etkili şekilde sağlayabilecek yollardan birisidir.

Ekonomizerler dış hava koşullarının uygun olması durumunda soğutma maliyetlerinin azaltılmasının kontrol edilmesini sağlar. Yani dış hava yeterince serin ise bir soğutma ortamı (kaynağı) olarak kullanılır. Sistemdeki kanallar ve damperler aynı zamanda dönüş havasının hepsinin binadan atılabileceği gibi tasarlanırlar. Soğutucular ve soğuk su pompaları kapatılabilir böylece soğutmada harcanan enerjinin %20–30 gibi önemli bir miktarından tasarruf edilebilir. Diğer seçeneklerle de birleştirilerek (gece soğutması, evaporatif soğutma v.b) çok ekonomik sistem çözümlenmeleri yaz ve kış iklimlendirmesi için de gerçekleştirilebilir. Sürekli iklimlendirilen uygulamalarda çok önemli tasarruflar sağlayacak ekonomizlere projelendirmede özel önem verilmesi gereklidir.

4.3.2. Enerji Geri Kazanımlı Vantilatörler (ERVs)

Verimli enerji kullanan binalarda sağlıklı iç hava kalitesi, uygun havalandırma işlemine bağlıdır. PVC pencerelere sahip veya dış camları açılmayan giydirme cepheli binalarda taze hava ihtiyacı için ihtiyaç duyulan mekanik sistemler den enerji geri kazanımlı vantilatörler (ERV), egzoz havasından taze havaya hem ısı hem de nem aktarımı sağlayan sistemlerdir. Enerji geri kazanımlı vantilatörler, ısıtma ve soğutma mevsimlerinde dış ortamlara atılan gizli ısı yüküne sahip nemin geri kazanılarak iç enerji yükünün azaltılmasını hedeflemektedir. Özellikle yaz mevsiminde egzoz havasından taze havaya aktarılan nem, klimaların soğutma yükünü önemli ölçüde azaltır. Aynı şekilde kış aylarında ısıtılmış nem, taze havaya aktarılarak yine önemli bir gizli ısı tasarrufu yapılmış olur.

Nem geri kazanım için kullanılan ısı değiştirici elemanları olarak, reçine emdirilmiş ambalaj kağıdı (kraft), ince delikli alüminyum ve polyester levhalar kullanılabilir. Ayrıca, arasına nem tutma özelliğine sahip silika jel gibi maddeler doldurulmuş delikli

alüminyum levhalar kullanılırsa nem tutma özelliği önemli ölçüde artırılmış olur.

4.4. Su Isıtma Sistemleri

Bazı bina türlerinde, su ısıtılması çok büyük miktarlarda enerji harcar. Mutfaklı tesislerde, kafeteryalarda, spor merkezlerinde veya konutlarda sıcak suya çok büyük bir talep olacaktır. Solar su ısıtma ve deposuz su ısıtıcılar sıcak su ihtiyacını azaltmak için kullanılabilir teknolojilerdir.

4.4.1. Solar Su Isıtma Sistemleri

Pek çok farklı türde solar su ısıtma sistemi olmasına rağmen, temel teknoloji çok basittir ve güneş enerjisinin su ısıtma amaçlı kullanıldığı sistemlerde iki temel eleman vardır. Bunlar bir solar kolektör ve de sıcak su depolanması için kullanılan bir depodur. Güneş ışınları, solar kolektör veya mevcut depolama tankındaki absorplayıcı yüzeye çarpar ve yüzeyi ısıtır.

Genelde direk ve endirek olmak üzere iki temel sistem çeşidi vardır. Direk sistemlerde kolektörlerin içinden geçen su ısınmakta ve de bu ısınan su sıcak su deposunda birikmektedir. Genelde bu sıcak su deposu da çatı üstüne yerleştirilmekte ve termosifon etkisi ile suyun kolektörlere girmesi ve çıkması sağlanmaktadır. Endirek sistemlerde ise kolektör borularının içerisinden kapalı devre olmak üzere başka bir sıvı dolaştırılmaktadır ve bu sıvı da sıcaklığını depodaki suya vermektedir. Aynı bir ısı transfer akışkanı çevrimi olan sistemler içilebilir suyu ısıtmak için bir ısı değiştirici kullanmak zorundadırlar. Isınan suya ihtiyaç olana kadar ayrı bir ön ısıtma tankında veya klasik su ısıtma tankında depolanır. Eğer ek bir tanka ihtiyaç duyulursa, bu klasik su ısıtma sistemleriyle elektrik veya fosil yakıt enerjisi ile sağlanır. Klasik su ısıtma ile sağlanan ısı miktarının azaltılmasıyla, solar su ısıtma sistemleri, elektrik veya fosil yakıtların kullanımını %80 oranında azaltarak uygun yenilenebilir enerji olmuştur.

Tüm solar su ısıtma sistemleri temelde aynı solar enerji yakalama ve transfer metodlarını kullansa da, çok çeşitli teknolojiler mevcuttur. Sistemler, aktif yada pasif, doğrudan veya dolaylı, basınçlı yada

basınçsız olabilir. Kaba bir tabirle, solar sistemler günlük 50 litre sıcak su kullanımı için 1 metrekare kolektör alanına ve kolektör alanı başına 50 litre depolama tankına sahip olmalıdırlar. Bu, çok ünite- li konutlarda her bir daire için 4 metrekare ve bir ofis binasındaki her beş ofis için 1 metrekare kollektöre karşılık gelmektedir.

4.4.2. Deposuz (Ani) Su Isıtma Sistemleri

Deposuz veya ani su ısıtıcılar, sıcak su depolanması- na olan ihtiyacı, sıcak su kullanımına talep olan yere enerji sağlayarak ortadan kaldırmaktadırlar. Bu sis- temler kullanım noktasında, elektrik yada gaz gibi yüksek enerji girdisine ihtiyaç duyar ancak depolar- daki enerji kayıpları giderilir. Depolu su ısıtıcıların tersine, deposuz su ısıtıcı sistemler teorik olarak son- suz sıcak su kaynağı sağlayabilirler. Var olan maks- imum sıcak su akışı ısıtma elamanının boyutu veya gaz ısıtıcının termal girdisi ile kısıtlanabilir.

Deposuz ısıtıcıların ayarlanabilir ya da sabit çıkış kontrolleri vardır. Ayarlanabilir tür, akış hızına bakıl- maksızın sabit sıcaklıkta su sağlar. Sabit tür ise, akış hızına ve giriş sıcaklığına bakılmaksızın aynı mik- tarda ısı verir.

5. YENİ OPTİMİZASYON STRATEJİLERİ

Tüm dünyada son derece hızlı gelişen yüksek per- formanslı bina hareketinin ana hedefi, binalardaki enerji verimliliğinin artırılmasıdır. Bu hedef kapsa- mında üzerinde durulan en yeni yaklaşımlardan bah- sedilecek olursa bunlar arasında; radyatif soğutma, yer kaynaklı sistemler, yenilenebilir enerji sistemleri ve yakıt hücreleri sayılabilir. Bu son teknoloji strate- jilerin her biri bir binada uygun şekilde kullanıldık- ları takdirde, enerji tüketiminde belirgin bir tasarruf sağlanabilecek sistemlerdir.

5.1. Radyatif Soğutma

Havanın çok düşük bir ısı kapasitesi vardır ve bunun sonucu olarak ihtiyaç olan soğutma etkisinin sağlan- ması için oldukça yüksek miktarlarda hava kullanıl- ması gerekmektedir. Ayrıca, sıkıştırılabilir olan hava, yüksek ısı kapasitesine sahip sıkıştırılamaz ve pom- palamayla ucuz bir şekilde taşınan suyla karşılaştırıl- dığında, taşınması için oldukça enerji gereklidir.

Avrupa'da radyatif soğutmanın sıkça kullanılması- nın nedeni budur. Bu sistemler, havanın 3,000 katı enerji taşınım kapasitesi olan suyu kullanırlar.

Radyatif soğutma sistemleri, çatı, duvar içinden geçen tüpler veya zemin elemanları veya paneller boyunca soğuk suyun dolaştırıldığı sistemlerdir. Su sıcaklığı oda sıcaklığından fark edilir derecede fark- lı olmaz, böylece dolaştırılan suyun sıcaklığı ortam- daki havanın çiğlenme noktasına ulaşmamasına dik- kat edilmelidir. Aksi taktirde yoğunlaşma meydana gelir ve nemlenme problemi ortaya çıkar. Radyatif soğutma sistemlerinin maliyeti değişken hava hacim sistemleri ile yaklaşık aynıdır ancak değişken hava hacim sistemlerinininki ile karşılaştırıldığında %25 daha uzun ömürlüdürler.

Üç ana türde radyatif soğutma sistemi vardır:

- *Beton içi (Concrete core)*: Plastik tüpler beton zemin ve tavan döşemelerine gömülür
- *Metal paneller (Metal panels)*: Metal tüpler alü- minyum panellere birleştirilirler
- *Soğutma ızgaraları (Cooling grids)*: Plastik tüpler sıva veya alçı içine saklanır.

Radyatif soğutma sistemleri için soğutma esasları şunlardır:

1. Bina iyi kapatılmış olmalıdır.
2. Nemli alanlarda, içeri alınan taze hava havalandı- rılacak alana girişinden önce nemi giderilmelidir.
3. Radyatif soğutma, soğutma yüzeyi ile oda havası arasındaki oldukça küçük sıcaklık farkı nedeniyle geniş yüzey alanına gereksinim duyar.
4. Soğutma ve ısıtma ayar noktaları nemlenme prob- lemine neden olmadan maksimum havalandırma sağlanması için dikkatlice ayarlanmalıdır.
5. Kaynak suyun sıcaklığı çiğlenme noktasına yak- laştığında yoğunlaşmayı önleyecek vanaları aktif hale getirmek için nem sensörleri kullanılmalıdır.

5.2. Yer Kaynaklı (Ground Coupling)

Bir binadaki enerji tüketimini azaltmanın yeni bir metodu, bina çevresindeki yer ve yer altı sularının termal özelliklerini kullanarak soğutma ve ısıtmayı amaçlayan yer kaynaklı sistemlerdir. Bina havalan- dırması için yer kaynaklı sistemlerde uygulanan iki

Makale

temel metot vardır: doğrudan ve dolaylı. Doğrudan yaklaşımda, yer altı suyu radyatif soğutmada sisteminde kullanılır ve taze hava yer temasıyla soğutulur. Dolaylı yaklaşım, bina ve yeryüzü ile arasındaki ısıtma ve soğutma enerjisinin hareketi için, yer veya yer altı suyu ile birlikte ısı pompaları kullanılır. Örneğin bir bina için radyatif soğutma sisteminde 16°C'de yer altı suyu kullanılması ve bir soğuk su tesisine olan ihtiyacın hemen hemen ortadan kaldırılması mümkündür.

5.3. Yenilenebilir Enerji Sistemleri

Yenilenebilir enerji sürekli olarak yenilenen doğal süreçlerden elde edilir. Tanımına güneş, rüzgar, okyanus, hidro güç, biyokütle, jeotermal kaynaklardan elde edilen elektrik ve ısı ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoyakıtlar ve hidrojen de dahil edilir. Çoğu yenilenebilir enerji projesi ve üretimi büyük ölçekli olsa da, yenilenebilir enerji teknolojileri ayrıca çoğu zaman kırsal ve uzak alanlarda olan, enerjinin kalkınma için gerekli olduğu küçük off-grid uygulamalarda (kamu tesislerine bağlı olmayan kendi kendine enerji sağlayabilen tesisler) da kullanılabilir.

Bazı yenilenebilir enerji teknolojileri kesintili olduklarından ve göze hoş gözükmediklerinden dolayı eleştirilmektedir; ancak yine de yenilenebilir enerji pazarı büyümeye devam etmektedir. İklim değişikliklerine yönelik endişelerle birlikte yüksek petrol fiyatları ve giderek artan hükümet desteği artan yenilenebilir enerji yasalarının ortaya çıkmasına, inisiyatiflere ve ticarileşmeye yol açmaktadır.

Tablo 3'de fotovoltaikler, rüzgar enerjisi ve biyokütle için avantaj ve dezavantajların kavranabileceği kısa bir özet sunulmuştur.

5.4. Yakıt Hücreleri

Yakıt hücreleri elektrolizin tersi olarak tanımlanan bir prosesle elektrik enerjisi üreten cihazlardır. Elektrolizde, elektrik suyun hidrojen ve oksijene ayrışması için elektrotların girdisidir. Bir yakıt hücresinde, hidrojen ve oksijen molekülleri su oluşturmak tekrar bir araya gelirler ve elektrik üretirler.

Yakıt hücresi yapısı genellikle iyon ileten bir zar ile ayrılan bir yakıt elektrotu(ano) ve bir oksitleyici elektrottan(katod) meydana gelir. Yakıt hücrelerinde hidrojen yakıt olarak kullanılır ancak herhangi bir hidrojen zengin yakıtta hidrojeni ekstrakte edilerek kullanılabilir.

Fosforik asit, alkali, erimiş karbonat, katı oksit ve proton değişim membranlı (PEM) yakıt hücreleri olmak üzere yakıt hücrelerinin pek çok çeşidi vardır. PEM yakıt hücreleri kısmen düşük sıcaklıklarda çalışmaları, yüksek güç yoğunluğuna sahip olmaları ve güç talebindeki değişimleri karşılamak için çıktıkları çeşitlenebildiğinden en çok ilgi gören yakıt hücresi türüdür.

Bina kullanımı için özel olarak tasarlanan yakıt hücreleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Plug Power, doğal gaz veya likit petrol gazındaki hidrojen içeriğini kullanarak elektrik üretecek olan GenSys® yakıt hücrelerini geliştirmişlerdir. Çoğu bina uygulaması için,

Tablo 3. Yenilenebilir Enerji Sistemleri İçin Avantaj ve Dezavantajlar

Yenilenebilir Enerji Türü	Avantajları	Dezavantajları
Fotovoltaikler (PVs)	<ul style="list-style-type: none"> Bina cepesinde yeni teknolojilerin entegrasyonuna izin verir. 	Oldukça pahalı kalır.
Rüzgar	<ul style="list-style-type: none"> PV modül fiyatı talep artarken düşer. En düşük kWh ücreti 	<ul style="list-style-type: none"> Potansiyel ölçüm hataları Genellikle büyük ve kaba jeneratörler Önemli ölçüde yıllık rüzgar hızı ihtiyacı
Biyokütle	<ul style="list-style-type: none"> Yakıt olarak bitki örtüsü kullanılabilir. Potansiyel düşük fiyatlı enerji kaynağı. 	<ul style="list-style-type: none"> Bina için sistemler kolayca ulaşılabilir değil.

bu sitem üç temel bileşene sahiptir:

- Hidrojeni doğal gaz veya LPG'den ayıracak olan bir reformlayıcı
- Hidrojeni elektrik enerjisine dönüştürecek bir yakıt hücresi
- Yakıt hücresi elektriğini bina kullanımı için gerekli tür ve kalitede güce dönüştürecek bir güç düzeltici.

SONUÇ

Binaların enerji performansının iyileştirilmesi yoluyla enerji etkinliğinin artırılması ve önemli oranda enerji tasarrufunun sağlanabilmesi bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, tüm dünyada “binaların enerji performansına” ilişkin çalışmalar artarak devam etmektedir. Özellikle, bu konuya ilişkin çıkarılan standart, yönetmelik ve kodlar aracılığı ile her ülke kendi koşulları çerçevesinde yaptırım ve düzenlemeler uygulamaktadır.

Bina enerji tasarımı, bina tasarımcılarının, iklim, yönelim, gün ışığından faydalanma ve çevresel kaliteyi, tasarım kavramlarının bir parçası olarak düşünmelerinin yanı sıra erken tasarım sürecinde mimari ve mühendislik disiplinlerinin bir takım olarak çalışması ve binayı bir sistem olarak kavramlaştırmayı gerektirir. Enerji tasarım konseptlerini ve metodlarını kendi tasarım projeleri ile birleştiren mühendis ve mimarları, yaşamlarımızda sürdürülebilir enerji yapısına ulaşmamızda ve enerji harcamalarının indirgenmesinde önemli rol oynayabilir. Yasal altyapının oluşturulması, mimarların, mühendislerin ve teknik personelin birlikte çalışmasıyla uygulamada bu altyapının desteklenmesi, yapılacak denetimlerle bu uygulamaların belli standartlarda olmasının sağlanması ile eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarıyla bilginin yaygınlaştırılması başarıya ulaşmak için en önemli adımlardır.

KAYNAKLAR

- [1] “Building Simulation”, Energy Design Brief, 2000, Energy Design Resources, www.energydesignresources.com/resource/21.
- [2] “Buildings for the 21st Century-strategic Plan”, 1998, Office of Energy efficiency and Renewable Energy, Golden, Colorado.
- [3] “Chiller Plant Efficiency”, Energy Design Brief, 2000, Energy Design Resources, www.energydesignresources.com/resource/24.
- [4] “Daylighting: Energy and Productivity Benefits”, 1999, Enviromental Building News, 8(9), pp. 1, 10–14.
- [5] “Economizers”, Energy Design Brief, 2000, Energy Design Resources. www.energydesignresources.com/resource/28.
- [6] “Energy Manegement Systems”, Energy Design Brief, 1998, Energy Design Resources, www.energydesignresources.com/resource/28.
- [7] “Green Cooling: Improving Chiller Energy Efficiency” , 1996, Center for Building Science News, no. 18, Lawrance Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA.
- [8] Greening Federal Facilities, 2nd ed, 2001, Washington, DC: Department of Energy, D O E / G O – 1 0 2 0 0 1 – 1 1 6 5 , www.eere.energy.gov/femp/technologies/sustainable_greening.cfm .
- [9] Hawken, P., A. Lovins, and H. Lovins, 1999, Natural Capitalism, New York: Little, Brown.
- [10] “Radiant Cooling”, Energy Design Brief, 2000, Energy Design Resources, www.energydesignresources.com/resource/34.
- [11] Reference Package for New Constuction & Major Renovations (LEED-NC), 2005, Washington, DC: U.S. Green Building Council.
- [12] “Solar Heat Gain Control for Windows”, 2002, EREC Reference Briefs, Washington, DC: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Department of Energy.