

İbrahim Çakmanus
Çakmanus Müh. Enerji Ltd.

İhsan Kaş
Eser Proje ve Müh. A.Ş.

Arif Künar
EDSM Enerji

Ayşe Gülbeden
Eser İnşaat ve Tic. A.Ş.

Yüksek Performanslı Sürdürülebilir Binalara İlişkin Bir Değerlendirme

Özet

Tüm dünyada binalar yaklaşık olarak fosil yakıtların %35-40'ını tüketmektedir. Buna, yapı malzemelerinin sanayide üretilmeleri süreçlerindeki enerji harcamaları dahil değildir. Öte yandan günümüzde insanların konfor ihtiyaçları artmıştır. Buna karşın enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve çevresel faktörler fosil tabanlı enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca, teknolojik gelişmenin devamı, yeni iş alanları yaratılması, sosyal sorumluluk vb.etkenler yüksek performanslı binaların yapımını gerektirmektedir. Öte yandan bu binaların enerji performansının artırılması için yapılan ilave maliyet %10'u geçmemekte ve hatta aşağıda verildiği üzere geleneksel binalarla aynı olabilmektedir. Bu çalışmada, yüksek performanslı sürdürülebilir binaların tasarım, inşaat ve işletme süreçleri üzerinde durulmuştur.

1. Giriş

ABD Başkanı Barack Obama yönetime geldiğinde, 2025 yılında net sıfır enerjili binalar, 2020 yılında ise net sıfır enerjili evler hedefini koymuştur [1]. Avrupa Birliği ise "AB Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinde" (2020/91/EC) 2020 yılı itibarıyla enerjide %20 tasarruf ve binalardaki enerji ihtiyacının %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını hedeflemiştir. Ancak AB, enerjide dışa bağımlılığı ve fosil enerji tüketimini azaltmak ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği konusundaki Çerçeve Konvansiyonu kapsamında imzalanan Kyoto Protokolü'nün küresel sıcaklık artışını uzun vadede 2°C'nin altında tutma ve 2020 yılı itibarıyla sera gazı salınımlarını 1990 yılı değerle-



rinin en az %20 (uluslararası bir anlaşma yapılması durumunda %30) altına çekme taahhüdünü desteklemek amacıyla, AB BEP yönetmeliğinde revizyona giderek, 2020 yılı Aralık ayı itibarıyla AB üye ülkelerinde yeni binaların "yaklaşık sıfır enerjili" olması ve enerjinin bir bölümünün yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını hedeflemiştir. Bu revizyon 2009 yılında AB Parlamentosu ve AB Konseyi tarafından kabul edilmiş olup Nisan 2010'da yürürlüğe girecektir. Değişiklikteki önemli unsurlardan bir tanesi de teknolojik gelişmenin sürdürülmesi ve özellikle kırsal bölgelerde yeni iş sahaları ve bölgesel gelişme için yeni fırsatlar yaratılmasıdır [2].

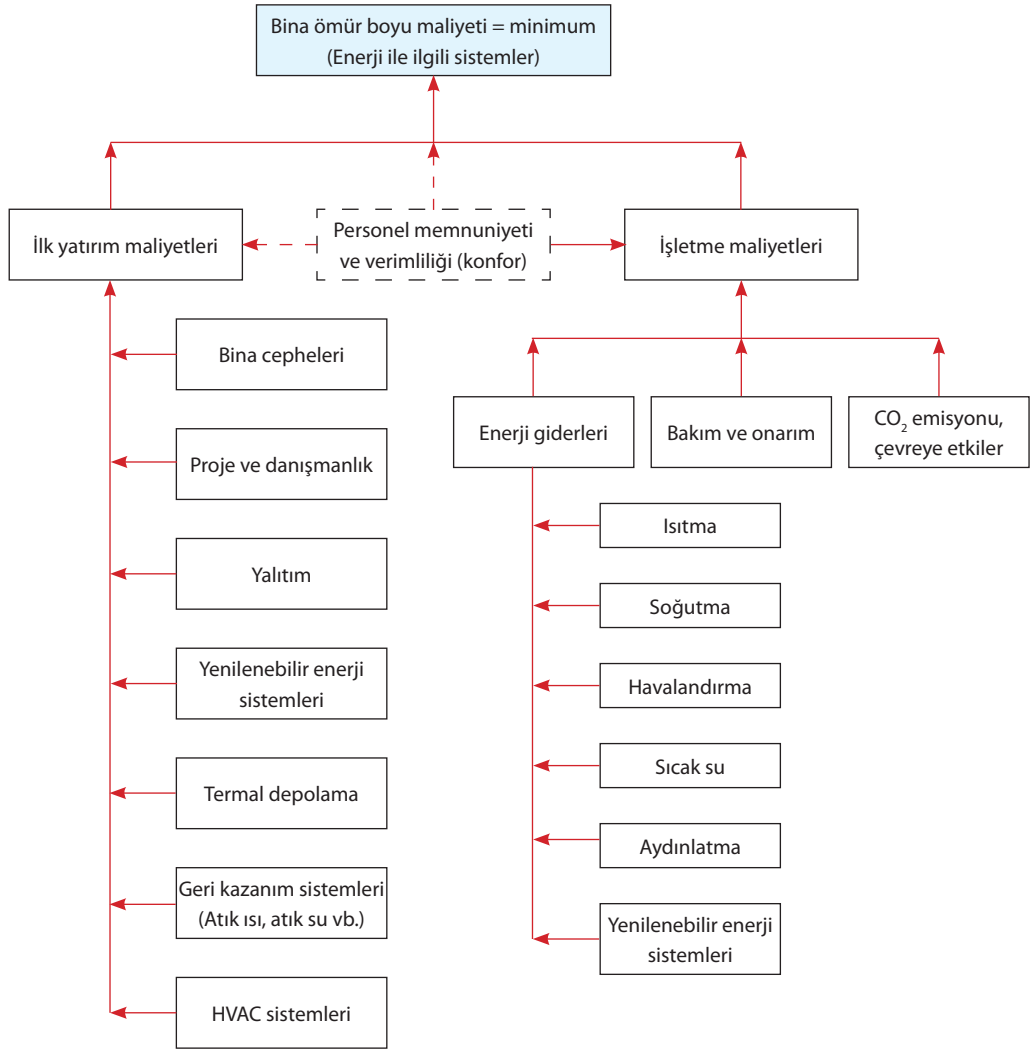
Türkiye'de ise binalarda enerji verimliliğinin artırılması ve fosil yakıtların azaltılması amacıyla 5 Aralık 2009 tarihinde Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (BEP Yönetmeliği) yürürlüğe girmiştir [3]. Yönetmeliğin en önemli maddeleri: 1000 m²'nin üzerindeki tüm binalarda merkezi ısıtma sistemi, 2000 m²'nin üzerindeki konut dışı binalarda merkezi soğutma sistemi kurulması ve binalara enerji kimlik belgesi düzenlenmesidir. Bu çerçevede binalar, fosil yakıt tüketimlerine göre A,B,C,D,E, F ve G olarak sınıflandırılacaktır. Burada A sınıfı, fosil yakıt tüketimi ve emisyon salımı en az olan binayı tanımlamaktadır. Yeni binalara enerji kimlik belgesi, bilgisayar programının kullanımına açılmasıyla hemen verilecek olup, bu yapılmadığı takdirde binaya ruhsat verilmeyeceği belirtilmektedir. Mevcut binalarda ise enerji kimlik belgesi düzenlenmesi 2017 yılından sonra zorunlu olacaktır. Yine enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının etüt edilmesi, bina otomasyon sistemlerinin kurulması, gün ışığından yararlanma gibi hususlar da yönetmelikte yer almaktadır. Ancak yönetmelik yayınlandığı andan itibaren bazı tartışmalar başlamıştır. Özellikle merkezi ısıtma ve soğutma sistemlerinin zorunluluğu konusunda ilgili sektörlerden itirazlar gelmiştir. Ayrıca, uygulamada sorun yaratabilecek ve açıklığa kavuşturulması gereken maddeler de söz konusu olmuştur. Bu nedenlerle Yönetmelikte değişiklikler yapılarak 2 Nisan 2010 tarihli Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu değişikliklerden en önemlisi merkezi ısıtma sistemi kurulması sınırının 2000 m²'ye yükseltilmesi, merkezi soğutma sistemi kurulmasının ise 250 kW sınırı ile düzenlenmesidir. Diğer yandan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi Taslağında 2015 yılı sonuna kadar kamu sektöründe en az %15 enerji tasarrufu hedefinin konulduğubilinmektedir. Yukarıda verilen AB ve ABD çalışmaları ile karşılaştırıldığında bu hedefin çok yetersiz olduğu görülmektedir. Ancak mevcut alt yapı ile gerek özelsektörde, gerekse kamuda konuya olan yaklaşım dikkate alındığında bu hedef gerçekçidir. Sozgelimi, Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği'nin gereklerini yerine getirmeleri ve kontrol etmeleri öngörülen belediyeler ve valiliklerin çoğunluğu teknik personel ve bilgi birikimine sahip değildir. Benzer şekilde, enerji verimliliğinin artırılması amacıyla yetkilendirilen EVD şirketleri ile enerji yöneticilerinin çoğunluğu, enerji verimliliğinin artırılması hedeflerine katkı sağlayabilecek nitelikte değildir. Bu nedenle yapılan çalışmalar genelde yasak savma şekline dönüşmüştür. Ayrıca eski binaların enerji performanslarının iyileştirilmesine yönelik teşvik ve/veya cezai müeyyidelerin olmaması da bu konuda ilerlemenin çok yavaş olacağını göstermektedir. Diğer yandan Türkiye'deki mevcut bina stoğunun büyük bir bölümü gecekondulu veya niteliği düşük apartmanlar şeklindedir. Bu tür binalara yapılacak masraflar, örneğin yalıtım yapılması, kaynakların israfı anlamına gelecektir. Benzer şekilde, yeni binaların BEP Yönetmeliği'ne uygun tasarımı için proje bedellerinin çok yetersiz olması, bu tür bina tasarımı yapabilecek tasarımcıların nitelik ve nicelik olarak yeterli birikime sahip olmamaları da diğer problemlerdir.

Türkiye'deki mevcut duruma rağmen, gönüllülük esasına dayalı, teknoloji geliştirmeyi amaçlayan, yüksek performanslı ve düşük emisyonlu binaların yapılarak topluma örnek olunması, bilgi birikiminin oluşturulması, yeni iş olanakları yaratılması, dışa bağımlılığın azaltılması, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması çevrenin korunması açısından gerekli ve çok önemlidir.

2. Yüksek Performanslı Binalar

2.1. Binalarda Sürdürülebilirlik

Çevre dostu, sürdürülebilir, az enerji tüketen ve ihtiyaç duyduğu enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan sağlayan binaların tasarımı ve inşaatı, disiplinler arası işbirliğini gerektiren bütünsel bir süreçtir. Buna karşın Ülkemizde geleneksel bina tasarımındaki ekip; mal sahibi, mimar, inşaat mühendisi, tesisat mühendisi ve elektrik mühendisinden oluşur. Ancak gelişmiş ülkelerde durum daha farklıdır. Örneğin ABD'de bu ekip genellikle mal sahibi, mimar, inşaat mühendisi, HVAC mühendisi, elektrik mühendisi, sıhhi tesisat mühendisi, yangın uzmanı, aydınlatma mühendisi, enerji analiz



Şekil 1 - Bina ömür boyu maliyetini oluşturan bileşenler [4]

uzmanı, proje müdürü, maliyet uzmanı, yapı fiziği uzmanı, bina işleticisi ve binada çalışacakların temsilcisi şeklindedir. Bu uzmanlar, tasarımın değişik aşamalarında ve değişik oranlarda tasarıma katkıda bulunmaktadır. Bu süreçte [4];

- Binanın minimum enerji tüketecek şekilde ve uygun yönlerde yerleştirildiği
- Bina cephelerinin enerji tüketiminin optimize edilmesi (ısıtma ve soğutma yüklerinin minimize edilmesi)
- HVAC sistemlerinin ömür boyu maliyet analizi ile optimize edilmesi
- Tasarım sürecinin ömür boyu maliyet analizine uygunluğu
- Sistemlerin iç mekân kalitesini sağlayacak biçimde seçilmesi
- Sistemlerin işletme ve bakımlarının kolaylığı
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının projelere dahil edilmesi
- HVAC sistemlerinin kullanıcılar tarafından kontrol edilebilmesi
- Bina kütleğinde pasif veya mekanik yöntemlerle ısı depolanması (HVAC sistemlerinin kapasiteleri küçülür, ilk yatırım ve işletme maliyetleri azalır)
- Bina kabuğundan kaynaklanan ısı kaybı ve kazançlarının minimize edilmesi

- Dış iklimsel koşullar (dış ortam sıcaklığı, nem oranı, hava kalitesi, potansiyel kirletici kaynakları güneş alma imkânları, rüzgar durumu), toprak, temiz su bulunabilirliği
- Doğal havalandırma imkânlarından yararlanılması
- Güneş enerjisi veya atık ısı destekli absorpsiyonlu sistemlerle daha az elektrik tüketen soğutma sistemleri kullanılması
- Sıcak su için güneş kolektörleri, elektrik enerjisi için fotovoltaik (güneş pili) panelleri kullanılması
- Isı geri kazanım sistemleri tesis edilmesi
- Elektrikle aydınlatma yerine doğal aydınlatma, dış gölgelikler ve çift cam cephe sistemlerinin incelenmesi
- İç mekân kalitesi sağlanırken verimli havalandırma stratejilerinin uygulanması
- Su tüketimini azaltacak önlemler alınması (verimli cihaz kullanımı, yağmur suyundan yararlanma gri suların arıtılarak tekrar kullanımı, soğutma kulesi, klima santralleri ve fan coil cihazlarındaki yoğunlaşma ile ortaya çıkan suların tekrar kullanılması vb.)
- Projenin başından itibaren bir "commissioning" program uygulanması
- Bina hizmete açıldıktan sonra özellikle ilk beş yıl içinde personel memnuniyeti, enerji tüketimi vb. noktaların izlenerek tasarım ve uygulamanın ne denli başarılı olduğunun kontrol edilmesi,

hususları dikkate alınmalıdır. Şekil 1'de bu süreç şematik olarak gösterilmiştir.

Yukarıda belirtildiği üzere bu sürecin başarılı biçimde tamamlanabilmesi için hem proje ekibi hem de mal sahibi işin başından itibaren işbirliği içinde olmalıdır. Mimar ve mühendislerin bina içindeki mekanları, mal sahibinin isteklerini (fonksiyon), gün ışığı, mekânlar arasında olması gereken bağlantılar, standartlara uygunluk, estetik gibi etkenleri de dikkate alarak düzenlemeleri gerekir. Sürdürülebilir bina tasarımı ile iç mekân kalitesinden fedakârlık yapmadan binanın enerji tüketimini ve dolayısıyla emisyonları azaltmak olanaklıdır. Ancak konfor ile enerji tüketimi arasında bir noktadan sonra kaçınılmaz hale gelen ters orantı, konfor kriterlerinin optimum düzeyde tanımlanmasını gerektirir [Çakmanus]. Bunun için konu, aşağıda örnek olarak verildiği üzere, ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile süreçleri yönünden de değerlendirilmelidir [4].

2.1.1. İlk Yatırım Maliyetleri Yönünden Değerlendirme

Enerji verimliliğini artıran sistemlerin, binanın ilk yatırım maliyetlerini artıracığı düşünülebilir. Örneğin;

- a) Doğal havalandırma, gece havalandırması, free cooling yapabilmek için ilave ekipman ve otomatik kontrol sistemleri gerekir
- b) Yalıtım, olmaması durumuna göre ilave bir maliyet getirir
- c) Yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş enerjisi sistemleri, rüzgar enerjisi, ısı pompaları vb.) projelere dahil edilmesi ilk yatırımı artırır
- d) Doğal aydınlatma fotoelektrik sensörler, ilave kablolama, otomatik kontrol sistemlerini gerektirir
- e) HVAC sistemlerinde ısı geri kazanım sistemleri, değişken debili sistemler ile bunların otomasyonu vb. ilave yatırım gerektirir
- f) Bina otomasyon sistemleri ilave yatırım anlamına gelir
- g) Az su tüketen sıhhi tesisat ürünlerinin fiyatları diğerlerine göre daha pahalıdır
- h) Sürdürülebilir bina tasarımı için enerji analiz ve simülasyon programları, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) programları, optimizasyon programları, maliyet analiz programlarına ihtiyaç olacaktır ki bunların bir maliyeti vardır
- i) Sürdürülebilir bina tasarımcılarının emek ve zaman yüküartacak ve daha fazla bilgi birikimine ve araştırmaya ihtiyaç duyulacaktır. Bunlar ise proje bedellerini artıracaktır
- j) Bu tür özel sistemlerinin tasarımı için ilave danışmanlık hizmetleri alınması gerekecektir

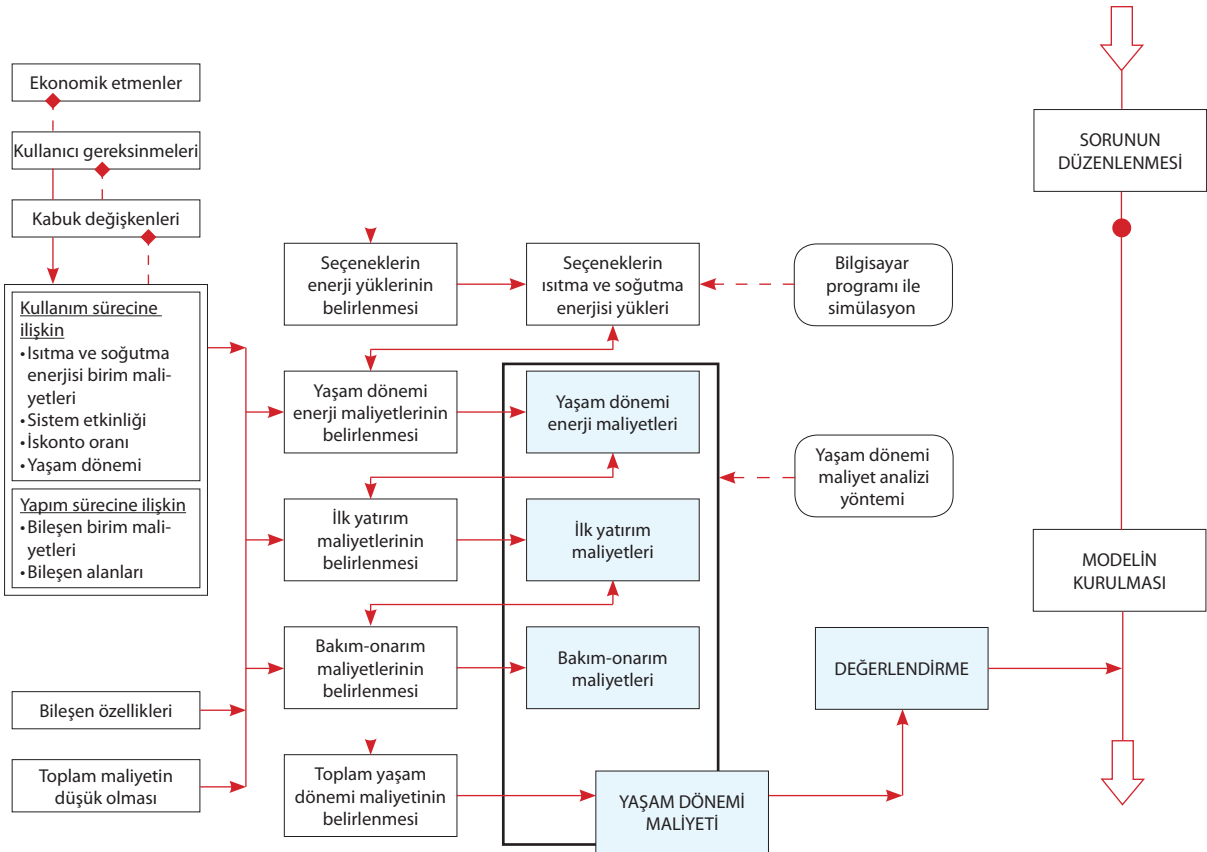
- k) Yapım aşamasında kirletici kimyasallar, mantar, bakteri vb. içermeyen malzemelerin seçilmesi gerekecektir ve bu malzemeler diğerlerine göre genellikle daha pahalıdır
- l) Isı pompası, buz tankı vb. ilave ekipmanların yerli piyasadan temini mümkün olmadığı için bu ekipmanların satınalma ve satış sonrası hizmetlerinde ilave emek ve maliyet farkı gelecektir.

Özetlemek gerekirse binanın enerji performansını artıran sistemlerin ve çalışmalarının ilk yatırım maliyetlerini yükselttiği izlenimi doğmaktadır. Ancak aşağıda belirtildiği üzere gerçekte durum böyle değildir.

2.1.2. İşletme Maliyetleri Yönünden Değerlendirme

Ömür boyu işletme maliyetleri (Şekil 2'de şematik olarak özetlenmiştir) dikkate alındığında enerji verimliliğini artıran sistemlerin toplamda daha düşük maliyetli oldukları görülür. Çünkü

- a) Bu sistemler işletmedeki enerji maliyetlerini büyük oranda azaltacaktır. Örneğin bina otomasyon sistemleri %15'lere, doğal havalandırma %30'lara (havalandırma sistemi bazında), aydınlatmada gün ışığının kullanılması %60'lara (aydınlatma enerjisinde) varan oranlarda enerji verimliliği sağlayabilmektedir. Ayrıca, örneğin pompalarda ve fanlarda ömür boyu maliyet içinde enerji maliyetlerinin oranı %90'lar mertebesinde (ilk yatırım bedelleri %10'lardadır) ve bu nedenle sistemlerin verimli cihazlardan oluşturulması çok önemlidir
- b) Binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma enerji yükleri minimize edildiği için kazan, klima santralleri, pompalar, fanlar, soğutma grupları, kuleler, borulama ve hava kanallarının kapasiteleri düşecektir. Bu ise klasik sistemlere göre çok daha az ilk yatırım maliyeti anlamına gelmektedir
- c) Bina ömürlerinin en az 40-50 yıl, binalarda kullanılan tesisat sistemlerinin teknolojik ömürlerinin ise 20-25 yıl olduğu dikkate alınırsa yüksek verimli sistemlerin ömürleri boyunca tükettikleri fosil tabanlı yakıt tüketimi azalacaktır



Şekil 2 - Bina ömür boyu maliyetinin şematik olarak gösterilmesi [4]

- d) Enerjinin %70'den fazlasını ithal eden ve buna 2009 yılı itibarıyla 40 milyar \$'ın üzerinde ödeme yapan ülkemiz için bu gibi yatırımlardan elde edilebilecek tasarrufun parasal değeri 5 milyar \$/yıl'ın üzerinde olacaktır. Ayrıca, çevresel etkiler de azalacaktır. Bu nedenle yönetmeliklere zorlayıcı hükümler konularak bu gibi sistemlerin seçim tercihi mal sahiplerine bırakılmamalıdır
- e) Bu sistemler binalara değer katar, kullanıcı memnuniyetini ve iş verimliliğini artırır, sağlık harcamalarını azaltır
- f) Bu sistemler mevcut binaların renovasyonlarında da çok yararlı olacaktır
- g) Uluslararası Müşavirler Federasyonu (FIDIC)'e göre binalara ilişkin temel maliyet oranları aşağıdaki gibidir.
- Müşavirlik ve mühendislik hizmetleri : 0.1
 - İnşaat maliyetleri : 1.0
 - Ömür boyu işletme ve bakım : 5-10
 - Kiralama maliyetleri : 100-200

Görüldüğü üzere binanın ömrü boyunca işletme ve bakım maliyetleri, bu sistemlerin yapım maliyetlerinin 5-10 katı olabilmektedir. Bu durum, yalnızca ilk yatırım maliyetlerine göre karar verilmesini ve dolayısıyla ömür boyu maliyetin optimize edilmesi gerektiğini gösterir. (Ne yazık ki ülkemizde tasarım süreci bu şekilde işlememektedir. Örneğin, mimari proje yarışmaları incelendiğinde, enerji tüketimi ve konfor, değerlendirme kriterleri içinde genellikle yer almamaktadır. Ayrıca, özellikle binayı satmak veya kiralamak amacıyla yapanlar, ilk yatırım maliyetlerini düşük tutmaya çalışmaktadırlar. Bir başka ifade ile binanın ömrü boyunca tükettiği enerjinin bedeli kullanıcının cebinden çıktığı için, bu husus diğerleri tarafından göz ardı edilmektedir. Tasarım bedellerinin düşüklüğü, uzmanlaşmaya değer verilmemesi, disiplinler arası işbirliğinin yeterince sağlanamaması ve tasarıma yeterli zaman ayrılamaması da buradaki diğer önemli problemlerdir.

2.2. İç Çevre Kalitesi (Indoor Environmental Quality)

Yukarıda belirtildiği üzere yüksek performanslı bir binanın ön şartı, insan memnuniyeti ve çalışmada verimliliğin yüksek olmasıdır. Çalışanların büyük bir çoğunluğu için fizyolojik, psikolojik, sosyal ve kültürel rahatsızlıkları en aza indiren ortam, kaliteli bir iç çevre olarak tanımlanır. Konfor, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar olarak kabul edilir. ISO 7730 Standardı'nda konfor şartları, sağlanan koşulların, içerideki insanların en az % 80'i ve ASHRAE Standart 55'te % 90'ı tarafından kabul edildiği öngörüsüyle belirlenmektedir [Çakmanus]. Binalarda iyi bir İç Çevre Kalitesi için [4,5];

- Dış hava kalitesinin ve taze hava miktarının artırılması
- İnşaat malzemelerinde sağlığa zararlı olmayan madde ve boyaların kullanılması
- İçerideki kimyasal ve kirlenici kaynaklarının kontrolü
- Kombi, şofben gibi cihazların iç mekânlarda kullanılmaması
- Mantar oluşumu gibi problemleri önlemek için nem kontrolü yapılması
- Termal konfor (sıcaklık, nem, ortam hava hızı, ortalama ışınım sıcaklığı vb.) sağlanması
- Gün ışığı alınması ve iyi bir manzaraya sahip olunması
- Gürültünün önlenmiş olması

gibi faktörler önemli olmaktadır.

2.3. Binaların Sertifikalandırılması

Binaların gerçekten çevre dostu, yüksek performanslı olup olmadıklarının belirlenmesi için ABD ve AB'de sertifika veren kurumlar ile sertifikalandırma sistemleri ortaya çıkmıştır. Bunların en çok bilinenleri LEED ve BREEM sistemleridir. Bu süreçte binanın enerji performansı ve iç mekan kalitesinin

yanında arazi kullanımı, ulaşım, binanın yapımında kullanılan malzemeler, karbon etkilenme alanı, su kullanımı gibi hususlar da dikkate alınmakta olup bunlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1 - LEED'e göre değerlendirme kriterleri [6]

Özellik	Tasarım Amacı	Olası Tasarım Kriteri	Potansiyel Tasarım Araçları	Potansiyel Tamamlama Yöntemi
Sürdürülebilir arazi	Erozyon ve çökelti kontrolü	Mahal seçimi, ulaşım seçeneği		
Isıl konfor	Kabul edilebilir ısı konfor	ASHRAE standardı 55-2004'e uygunluk	Standart 55 grafik/ tabloları veya konfor yazılımı	Pasif iklim kontrolü ve/veya aktif iklim kontrolü
İç mahal hava kalitesi	Kabul edilebilir iç hava kalitesi	ASHRAE standardı 62.1-2001'e uygunluk	Standart 62.1 grafik/ tabloları veya konfor yazılımı	Isı geri kazanımı, kontrol stratejileri
Aydınlatma düzeyi	Kabul edilebilir aydınlatma düzeyi	ESNA Aydınlatma el-kitabındaki önerilere uygunluk	El hesaplamaları veya bilgisayar simülasyonları	Bina cephe ve cihaz seçim stratejileri
Enerji verimi	Minimum enerji verimi	ASHRAE standardı 90.1-2004 ile uygunluk	El kitapları, simülasyon yazılımı, üretici verileri, deneyimler	Bina gövde stratejileri ve/veya ekipman stratejileri ısı geri kazanımı
Enerji verimi	Çok yüksek enerji verimi	ASHRAE standart 90.1-2004 'ün minimum gerekliliklerini aşar	El kitapları, simülasyon yazılımı üretici verileri, deneyimler	Bina gövde stratejileri ve/veya ekipman stratejileri ısı geri kazanımı
Enerji ve atmosfer	Soğutucu akışkanlar, atık geri dönüşümü			
Su verimliliği	Yağmur suyu; gri su		El kitapları, simülasyon yazılımı, üretici verileri, deneyimler	Ekipman stratejileri
Yeşil tasarım	LEED Yeşil bina belgesini almak	LEED altın-derecesine ait gereklilikleri karşılamak.	LEED malzemeleri, el kitapları, deneyimler	Yeterli değerlendirme puanlarını almak için onaylanan stratejilerin birleşimi



2.4. Yüksek Enerji Performansı İçin Standartlar

Türkiye'de binaların iç çevre kalitesini ve enerji performansını tanımlayan standartlar bulunmamaktadır. Burada Yalıtım Yönetmeliği ile binanın yıllık ısıtma enerjisi tüketiminin hesabına ilişkin TS825 Standartı en bilinen dökümanlardır. Bu kapsamda BEP Yönetmeliğinin ekinde, yönetmeliğin uygulanmasında kullanılacak EN Standartları verilmiştir. Ancak LEED ve BREEM sertifikalandırma süreçleri için de geçerli olması bakımından burada kullanılması gereken standartlar ASHRAE Standartlarıdır. Bunlardan en önemlileri ASHRAE 90.1 Enerji Performans Standartı [7], 189.1 Yeşil Bina Standartı [8], 62.1-2007 İç Hava Kalitesi Standartı ve 55 Termal Konfor Standartıdır.

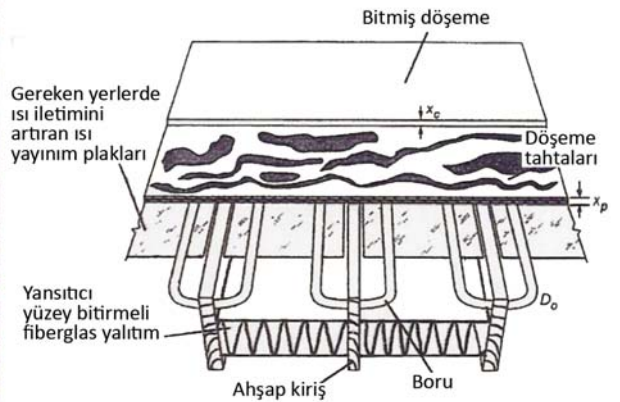
Binanın enerji performansının yükseltilmesinde ön kışullardan birisi bina dış cephelerinin termal özelliklerinin artırılmasıdır. Bu çerçevede, TS 825 Standartı'nda Tablo 2'deki U değerleri tavsiye edilen değer olarak verilmektedir.

Ancak yüksek performanslı bina yapımı için bu değerler çok yetersizdir. Örneğin ASHRAE 90.1 Standartı'nda çok daha küçük U değerlerinin kullanılması öngörülmektedir. Bu standart ayrıca yapı malzemelerinin termal performanslarının belgelendirilmesini, bu yoksa tutanağa bağlanmasını şart koşturmaktadır. Benzer şekilde, Almanya'da örneğin ZUB binasında, dış duvarlarda 0.11 W/m²K, çatıda 0.16 W/m²K, pencerelerde 0.80 W/m²K, toprak altı duvarlarda 0.26 W/m²K (ortalama 0.32 W/m²K) değerleri kullanılmıştır [9]. Tipik bir ofis binasında yıllık enerji tüketimi 100-150 kWh/m²yıl iken bu binada söz konusu değer 40 kWh/m²yıl olarak verilmektedir. Ayrıca bu binanın ilk yatırım maliyetinin geleneksel ofis binalarından daha fazla çıkmadığı da belirtilmektedir. Bunun nedeni, mükemmel cephe performansı ve havalandırmada ısı geri kazanım sistemleri kullanılması ile pik yüklerin azalması sonucu ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin kapasitelerinin düşmesi nedeniyle daha baştan bir avantaj getirmesidir.

Diğer yandan günümüzde yenilenebilir enerji teknolojilerinin bina uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojilerin binalara uygulanmalarını destekleyen sistemlerin başında düşük sıcaklıklı ısıtma (27-29°C) ve yüksek sıcaklıklı soğutma (18-20°C) sistemleri gelmektedir [10]. Bunlar döşemeden, duvardan veya tavadan ısıtma, soğutma (radyant) sistemleri olup hem ısıtmada hem de soğutmada kullanılmaktadır. Bu sistemde borular döşemeye gömülerek bina kütlesi termal depolama için kullanılabilir, geceleri de yüklenebilir.

Tablo 2 - Bölgelere göre yapı bileşenleri için ısı geçiş katsayıları

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
1. Bölge	0.70	0.45	0.70	2.40
2. Bölge	0.60	0.40	0.60	2.40
3. Bölge	0.50	0.30	0.45	2.40
4. Bölge	0.40	0.25	0.40	2.40

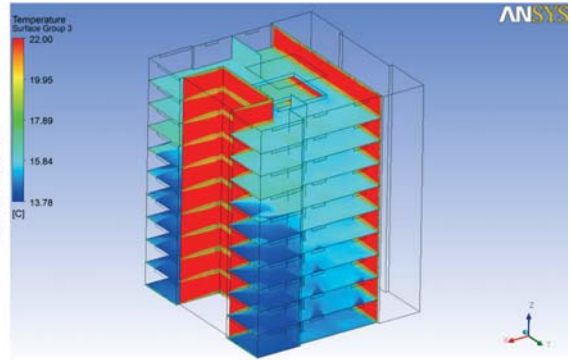
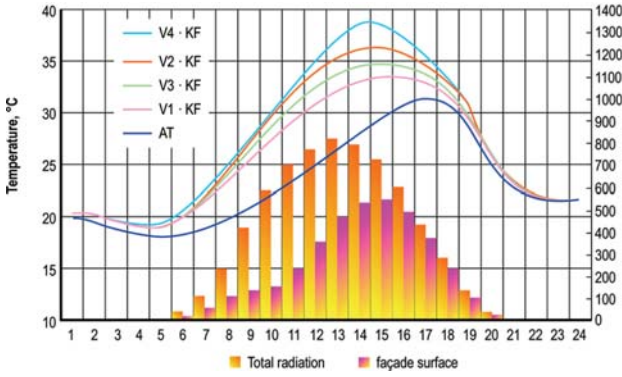


Yukarıda belirtildiği üzere ısıtma, soğutma yükleri minimize edildikten sonra kalan yükleri karşılamak üzere bunların uygulaması oldukça ekonomik olmaktadır. Betona gömülü olmaları ve yoğunlaşma için drenaj öngörülmemesi nedeniyle soğutmada su gidiş sıcaklığının mahal çığ noktasının altına düşmemesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için nem ölçümü ve otomatik kontrol yapılmakta ve riskin olduğu az sayıdaki günde ise bir miktar konforsuzluk göz önüne alınmaktadır. Bu sistem-

lere ısıtmada sıcak su ve soğutmada soğuk su, güneş kolektörleri (termal depolama, kazan desteği ve soğutmada absorpsiyonlu chiller ile) veya toprak kaynaklı ısı pompaları ile verimli biçimde sağlanabilmektedir. Ancak bu sistemlerin soğutma yükünün fazla olduğu Akdeniz ve Ege bölgelerinde tek başına soğutma yükünü karşılamada kullanılması ekonomik olmayabilir. Bu nedenle başka sistemlerle (örneğin havalandırma sistemleri) desteklenmesi gerekmektedir.

3. Sonuç

Günümüzde insanların konfor ihtiyaçları artmıştır. Buna karşın enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve çevresel faktörler fosil tabanlı enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca teknolojik gelişmenin takip edilmesi, yeni iş alanları yaratılarak istihdama katkı sağlanması gereksinimi gibi faktörler yüksek performanslı binaların yapımını zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede binalarda yenilenebilir enerji sistemlerinin uygulanabilirliği giderek artmaktadır. Binaların enerji performansları HAP E20, Energy Plus, Equest, Transys gibi onaylı bina enerji simülasyon programları ile tasarım aşamasında belirlenebilmekte ve optimizasyon yapılabilmektedir. Bu programların bazılarının eğitimleri ülkemizde verilmekte ve kullanıcı sayısı giderek artmaktadır.



Kaynaklar

- [1] Nasseri, C., 2009, "ABD Enerji Bakanlığı'nın Enerji Politikaları", Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Semineri, Eylül 2009.
- [2] Seppanen, O., 2010, "AB BEP Yönetmeliği", Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, sayı: Mart-Nisan 2010.
- [3] Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği.
- [4] Özbalta, T., Çakmanus, İ., 2008, Binalarda Sürdürülebilirlik: Ömür boyu maliyete ilişkin yaklaşımlar, Doğa Sektörel Yayınları, İstanbul.
- [5] ASHRAE Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- [6] Çakmanus, İ., Künar, A., Toprak G., Gülbeden, A., 2010, "A Case Study in Ankara for Sustainable Office Buildings", REHVA 10. Clima Congress- Clima 2010.
- [7] ASHRAE Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- [8] ASHRAE Standard 189.1-2009, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- [9] Schmidt, D., Kaiser, J., 2007, "Binalarda yüksek performanslı soğutma, sürdürülebilir Bina Merkezi ZUB", TTMD Dergisi, Kasım-Aralık 2007.
- [10] REHVA Guidebook no: 10, 2010, Düşük Sıcaklıklı Isıtma Yüksek Sıcaklıklı Soğutma, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Yayınları no: 24, Ankara.