

Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı

İbrahim ÇAKMANUS*

Özet

İnsanoğlu iklimsel koşullara karşı doğal savunma mekanizmalarına sahip olma, uyum yeteneği ve fiziksel ya -
pı olarak daha zayıftır. Buna karşın, insanlarda diğer tüm canlılarda bulunmayan ve tüm zayıf yönlerini kapata -
rak Dünyaya hakim olmasına neden olan muhteşem bir özellik, zeka, vardır. Bu sayede Dünyada uygarlıklar ya -
ratan ve Dünyaya hakim olan tek canlı türü olabilmıştır. Bu bağlamda ilk çağlardan beri karşı mahremiyet ve -
savunma amaçlı, rahat yaşanabilecek, iklimsel ve kültürel koşullara uyum sağlayan yapılar inşa etme çabası -
da olmuştur [1]. Diğer yandan günümüzde nüfusun artması, doğal kaynakların azalması, uluslararası rekabet, -
enerji maliyetlerinin artması, çevre kirliliği ve konfor şartlarının iyileştirme gibi sebepler bina tasarım yaklaşımı -
nın değişimini zorunlu kılmıştır. Diğer bir ifade ile artık binalar estetik özellikler taşımalarının yanında, olabil -
diğince az enerji tüketmek zorundadır. Enerji yönünden büyük ölçüde dışa bağımlı olduğumuzdan, gelişmiş -
ülkelerde bu yönde yerleşen yaklaşımlar Ülkemizde de uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Örneğin Türki -
ye Enerji Verimliliği Kanunu, Yenilenebilir Enerji Kanunu gibi Kanunlarla AB 2002/91/EC Binalarda Enerji Performans -
ı Yönergesine uyum için Enerji Verimliliği Yönetmeliği çıkarılmaya çalışılmaktadır. Bu gibi çabaların katkı -
sı ile zaman içinde Türkiye'de binalardaki enerji tüketimi AB değerlerini yakalayabileceğini umuyoruz. Bu çalış -

1. Giriş

Mimari tasarımın binanın ısıtma, soğutma, hava -
landırma ve aydınlatma yüklerinin belirlenmesinde -
çok büyük etkisi vardır. Çünkü mimar, daha tasarı -
mın ilk aşamalarından itibaren aldığı her karar -
ve çizdiği her çizgi ile ısıtma, soğutma, aydınlat -
ma yüklerinin belirleyicisi ve sorumlusu olmaktadır. -
Mimari tasarım ile binanın tüketeceği enerji mik -
tarı arasında var olan çok güçlü bağ nedeni ile -
mimar ve tesisat mühendislerinin (enerji mühendi -
si demek belki daha doğru olabilir), daha tasarı -
mın ilk aşamasından başlayarak tasarım amaç -
larının belirlenmesi, sistem kararlarının alınması, -
uygulanması ve sistemlerin işletilmesine kadar -
çok geniş bir alanda işbirliği içinde olmak zo -

rundadır. Diğer bir ifade ile mimar ile işbirliği -
içinde, binayı tesisat mühendisine teslim edene ka -
dar geçen safhada, enerji ihtiyacının azaltılması ve -
yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması -
için enerji mühendisine ihtiyaç vardır. Çünkü her -
kes herşeye yetişemez. Bilim dalları o kadar ge -
nişlemiş ve gelişmiştir ki artık bir kişinin tüm -
tesisat sistemlerini tasarlaması, ülkemiz tesisat pro -
jelerine verilen değer ve paralarla bu işlerin ola -
mayacağı açıktır. Bu yaklaşımdan ülkemiz çok -
büyük zararlara uğramaktadır. Örneğin Türki -
ye'de savurganlıkla sokağa atılan enerjinin yıllık -
parasal değeri milyar dolarları geçmektedir. Ayrı -
ca ülkemizde bina mekanik tesisat sistemleri için -
yapılan ilk yatırım harcamalarının tutarından daha

* Dr., T.C. Merkez Bankası

ketilmektedir. Bu durum ise nitelikli ve niteliksiz projelerin arasındaki farkın nelere mal olduğunu göstermektedir.

Enerji etkin bina tasarımı yaklaşımı ile mimari tasarımın daha işin başında iklime ve konuma uygun yerleşim, mükemmel yalıtım, yer altı sularından yararlanma, güneşten pasif ısıtma veya soğutma, nitelikli camların kullanılması, çift cephe sistemleri, doğal havalandırma gibi yöntemlerle binanın tüketeceği yıllık enerji miktarı minimize edildikten sonra bina projeleri HVAC sistemlerinin tasarımı için tesisat mühendisine teslim edilmelidir. Yine enerji verimliliği bağlamında, tesisat mühendisi HVAC sistemlerini tasarlarken binanın özelliğine bağlı olarak tesisatın yalıtımı, verimli cihaz seçimi, ısı geri kazanım sistemleri, hızı değiştirilebilen cihazlar, serbest soğutma (free cooling), otomatik kontrol sistemleri öngörmelidir. Bunlar ilk yatırım maliyetini artırıyor gibi gözükse de, yukarıda belirtildiği üzere, binaların en az 30-40 yıl hizmet vereceği düşünüldüğünde binanın ömrü boyunca çok büyük enerji ekonomisi sağlayacaktır. Çünkü özellikle tümü ile iklimlendirilen binalar ilk 10 yılda ilk yatırım maliyetin kadar enerji tüketmektedirler. Bu nedenle az enerji tüketen bina tasarlamak artık kaçınılmazdır. Buralardan elde edilecek tasarruf ise eğitim, nüfus artışının engellenmesi, köylerin imarı, tarımsal nüfusun azaltılması gibi daha zorunlu alanlara aktarılarak refahın Ülke geneline yayılmasına katkıda bulunulabilir. Ayrıca bu gibi sistem ve önlemler bina teknolojisini geliştireceğinden, Ülke sanayisine de katkıda bulunacaktır.

2. Enerji Etkin Bina Tasarımı

1973'lerde yaşanan enerji krizi, özellikle enerji açısından dışarıya bağımlı olan ABD, Avrupa, Japonya gibi ülkelerde enerjinin korunumunu ve enerji tasarrufunu ön plana çıkartmıştır. Diğer bir ifade ile enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan yöntemler ile çevreyi kirletmeyen alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlayacak özelliklere sahip binalar ta-

maktadır. Enerji tüketimi açısından Dünyada en fazla gelişme kaydeden ülke Japonya olmuştur. Şöyleki: Japonya Dünyada gelişmiş ülkelerden birisi olmasına rağmen kişi başına enerji tüketimi diğer gelişmiş ülkelerin çok altındadır.

Enerji etkin tasarımları diğer yaklaşımlardan ayrı özellik "yapıyı oluşturan malzeme ve bileşenlerin üretimi, yapının tasarımı yanında iklimlendirme sistemlerinin seçimi, bakımı, işletimi ve yönetimine kadar geniş bir alanda yapının standardını düşürmeden enerji tüketimini minimize etmeyi hedeflemesidir. Diğer bir ifade ile bu yaklaşım bir yandan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya, diğer yandan da kullanılan enerjiyi korumaya yönelik tedbirleri almayı hedeflemektedir". Fiziksel çevre kontrolünü bilgisayar yardımı ile otomasyona dayalı olarak yapan akıllı binalar (intelligent buildings) bu yaklaşımların ileri teknolojiden yararlanarak geliştirilmesine dayanmaktadır. Enerji etkin bina tasarımında kabaca üç aşamadan söz edilebilir:

Birinci aşama: Enerjinin korunumunu hedeflemekte olup, kışın ısıtma, yazın soğutma yükünü minimize edecek, doğal havalandırma aydınlatma etkinliğini artıracak şekilde tasarım yapılmasıdır. Bu adımda alınan her tasarım kararı, söz konusu yük etkilemekte ve özelliğinde olup başarsız tasarım kararları ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi unsurların sistem boyutlarını ve harcanacak enerjiyi iki, hatta üç katına çıkarabilmektedir. Çünkü iç ortam koşullarının konfor sınırlarından sapma miktarı arttıkça konfor sınırlarına çekmeye yönelik olarak harcanacak enerji miktarı artacak, mekanik ve elektrik tesisat sistemlerinin boyutları büyüyebilecektir.

İkinci aşama: Bina tipi ve çevreye en uygun pasif ısıtma, mekanik soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma tekniklerinin uygulanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının sağlanmasıdır. İlk aşamada doğru bir biçimde tasarıma aktarılan enerji korunumuna ilişkin kararlar,

enerji yüklerini ciddi biçimde azaltmaktadır. Yani geriye kalan yükler ikinci aşamada "oluşan ısı kaynak ve yutucularından optimum yarar sağlanması, yani zararlı etkiler minimize edilirken yararlı etkilerin maksimize edilmesi" anlamındaki pasif iklimlendirme teknikleri ile biraz daha hafifletilmiş

liklerine ve kabuk performansına duyarlı olan binalardır. Kullanıcı ve ısı üreten ekipman sayısının az ve yapay aydınlatma miktarının düşük olduğu bu bina türlerinde, konvansiyonel enerji tüketiminin en aza indirilmesinin ve ısı kayıplarının azaltılmasının yanısıra, kışın güneşten ısı kazançlarının art-

olmaktadır. Bu iki aşamanın ortak amacı, iç ortam konfor koşullarının doğal yollardan sağlandığı peryodu mümkün olduğunca uzatabilmeğdir.

Üçüncü aşama: İlk iki aşamadaki tasarım kararlarından artan yükler, mekanik tesisat sistemleri ile karşılanması gereken (aktif) iklimlendirme yükleridir. İç konfor koşullarının işlevi gereği veya kullanıcıların tercihi sonucu, yüksek düzeyde konfor beklentisi olan ve doğal çevre girdilerinden yararlanılamayan (örneğin nemlendirme ihtiyacı, gürültü, hava kirliliği vb. nedeniyle doğal havalandırma yapılamayan) koşullarda, mekanik sistemler ile konfor sağlanması önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu durumda bile binanın konfor koşullarının sağlanması, tek başına mekanik sistemlere bırakılmamalıdır.

3. Enerji Etkin Bina Tasarımının Çevre Açısından Önemi

Enerji etkin tasarımının hedefi yukarıda, "yapıyı oluşturan tüm malzeme ve bileşenlerin üretimi, yapının tasarımı yanı sıra, kullanımı, bakımı, işleme ve iklimlendirme sistemlerinin seçim ve yönetimine kadar geniş bir alan çerçevesinde, yapının standardını düşürmeden, enerji girdilerini minimize etmeyi hedeflemek" olarak tanımlanmıştır. İç iklimsel koşulların konfor şartlarından sapma miktarı arttıkça, iklimlendirme sistemlerinin harcayacağı enerji de artacaktır. Bu nedenle mekan konforunu bozacak etkilerin, satın alınan enerjiyi kullanan aktif iklimlendirme sistemlerine getireceği yükü minimize edecek şekilde denetimi esas amaç olmalıdır. Bu bağlamda dış iklim verileri ve bina iç ısı kazançları önem taşımaktadır. İç ısı kazançları açısından binalar iki grupta düşünülebilir: a) İç ısı kazançları düşük (konut vb), dolayısıyla enerji performansı mevsimlik iklim değişik

tırılması yararlıdır, b) İç ısı kazançları yüksek (okullar, ofis binaları, ticari merkezler, pasif güneş evleri vb), kullanıcı ve iç ısı üreten ekipman (yapay aydınlatma, fotokopi makinası, bilgisayar vb) sayısı fazla olan bu tür binalarda güneşten ısı kazançlarının minimize edilmesi gerekir. Örneğin tümü ile camlı cephe yapımından mümkünse kaçınılması veya özel camlar, güneş kırıcılar vb. kullanılarak güneş kontrol önlemleri alınabilir. Yeterli güneş kontrolü yapılamaması ve bina ısıl kütle sinin küçük olması halinde, yalnız sıcak mevsimlerde değil, bütün yıl boyunca soğutma yükü oluşabilir. Yani güneş kazançlarının kontrolü, doğal havalandırma ve doğal aydınlatmaya öncelik verilmesi, yeterli miktar ve etkinlikte ısıl kütle kullanımı gereklidir[3].

Bu açıdan bakıldığında güneşten ısı kazancını azaltırken doğal aydınlatmayı zenginleştirecek, gürültü ve çevre kirliliğini kontrol ederken doğal havalandırma ve iç hava kalitesini yükseltecek kabuk tasarımının yanı sıra, mekan sıcaklıklarını düzenleyecek ve enerji ekonomisine katkıda bulunacak ısıl kütleyle sahip bina tasarım yaklaşımının önemli olduğu görülür. Pasif soğutma teknikleri ile desteklenmesi şartıyla bu yaklaşım ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin yükünün hafifletilmesi ve enerji tüketiminin azaltılması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda;

- Cam katmanları arasında mevsimine göre sıcak ya da soğuk hava dolaştırılması veya kabuk içinde hava perdeleri oluşturulması ile kabuğa ısı transferini sınırlayıcı ve iç konforu destekleyici fonksiyon yüklenmesi,
- İhtiyaca göre ısı, ışık ve güneş kontrolünü yapabilen camlar, cam katmanları arasında hareketli jaluzi, dış yüzeyde hareketli saçak, ışık ra-

- Şeffaf yüzeylerde kullanılmakta olan renkli, reflektif, low-e cam tiplerine göre daha yüksek performansı olan seçici yüzey kaplamalı kombinasyonlar, aynalı cam türleri ve şeffaf ısı yalıtım malzemelerinin tasarıma eklenmesi,
- Yakın gelecekte akıllı camlar olarak da tanımlanan, optik özelliklerini değiştirebilen holografik, termokromik, fotokromik ve özellikle elektrokromik camların kullanımının yaygınlaşacak olma-

Buna karşın bu panellerin birim fiyatları her geçen gün düşmektedir). Böylece kabuk bileşenlerine entegre olmuş enerji üreteçlerine kavuşması ile bina, az enerji tüketen bir özellik kazanacaktır. Yukarıda belirtildiği üzere elbette bu gibi uygulamalar araştırma safhasındadır ve fiyatlarının düşerek ticari değer kazanması için bir süre beklenenecektir. Bu açıdan bakıldığında, binanın doğal aydınlatılması ve havalandırılmasının yanı sıra pasif güneş ısıtmasına ve soğutmasına dayalı

- sı,
- İç ortam hava kalitesinin sağlanması ve soğutma yüklerinin azaltılması açısından, yüksek binalarda dahi (manual veya merkezi denetlenen) doğal havalandırmayı ön plana alan kabuk tasarımı,
- Dış iklimsel etkilerin içeriye yumuşatılarak alınması amacı ile, bina kabuğunun bahçelerle desteklenmesi, iç ve dış ortam arasında tampon bölgeler oluşturulması,
- Bina derinliğinin fazla olduğu koşullarda at riumlu çözümler ile doğal aydınlatma ve hava dolaşımının zenginleştirilmesi,
- Binanın bulunduğu yerin iklimine de bağlı olarak güneş, rüzgar gibi alternatif enerji kaynaklarından olabildiğince yararlanılması,

gibi yöntemler kullanılabilir[3]. Bu eserde, "energy efficient buildings - enerji etkin binalar"a ilişkin bir çok örnek proje -case study- verilmiştir. Buna ilişkin örnekler: Commerzbank Headquarters-Frankfurt, The Environmental Building-Garston, Helicon-London, The Green Building-Dublin, Solar House Freiburg-Freiburg, The Green Building-Dublin, Super Energy Conservation Building-Tokyo'dur.

Doğal kaynaklara dayalı sistemlerden satın alınan enerjiye dayalı sistemlere kaymanın mümkün olduğu kadar geciktirilmesi tekniklerinin uygulanması enerji etkin yaklaşımın temel hedefidir. Bina'nın enerji performansını artırmaya yönelik bu gibi gelişmelere yakıt pilleri ve fotovoltaiklerin kabuğa yerleştirilmesi etkinliği artırmaktadır. (Ancak fotovoltaik pillerin maliyeti şu an için Türkiye'de verimli biçimde kullanıma engel teşkil etmektedir.

pılabilmesi için CFD yazılımlarına (bilgisayar simülasyonları) ihtiyaç vardır.

Otomatik kontrollü açılabilir pencereler veya açıklıklar olması, "mix-mod" yani doğal ve yapay havalandırmanın karma biçimde kullanılabilmesine olanak vermektedir. Doğal havalandırmadan, mekanik havalandırmaya ve konfor serinletmesine doğru kayış, soğutma yükünün miktarına bağlı olmakla beraber; HVAC sistemlerini devreye girmesini geciktirecek bazı stratejilerde uygulanabilmektedir. Bunlar, güneş kontrol elemanları ve güneş kontrollü camlar kullanılması, iç ortamdaki hava hızının artırılmasına yönelik çapraz havalandırma, baca etkisi yaratılması, ısıl kütleden yararlanarak

işletilmesine ilişkin sistemler aşağıdaki sıralamaya göre devreye girecektir[4, 5, 6, 7].

- 1- Doğal havalandırma,
- 2- Konfor serinletmesi,
- 3- Tam iklimlendirme (mekanik havalandırma).

Konfor serinletmesi; kullanılan hacmin, nem kontrolü hariç, yalnız sıcaklığının azaltılması amacıyla soğutma sisteminin kullanımınıdır. Tam iklimlendirme ise ortam sıcaklığı yanısıra nem ve havanın kontrolünü da içermektedir. Sıcak ve nemli iklim bölgelerinde, nem düzeyinin azaltılmasının, konfor sıcaklığı üst sınırının biraz daha yüksek tutulabilmesi gibi bir yararı vardır ve tam iklimlendirme gerektirmemektedir. Buna karşın kütüphaneler, sanat galerileri, müzeler gibi nem kontrolünün zorunlu olduğu ortamlarda nadiren tercih edilir.

Bina çevresinin gürültü, hava kirliliği ve nem düzeyi ile binanın ısıtma yüküne bağlı olarak doğal havalandırma kararı verilmeli ve aktif sistemler ile uyumlu biçimde tasarlanmalıdır. Günümüzde bu tür sorunların çoğu çözülmüş ve yüksek binalarda dahi, doğal havalandırmanın yapılabilmesini sağlayacak kabuk tasarımları geliştirilmiştir. Yüzeyleri arasında, doğal havalandırmaya olanak veren çift cephe boşluğu taşıyan ilginç örnekleri vardır[3]. Örneğin İçteki camlar açılabilir kanatlara sahipken dıştaki camlı yüzey tamamen sağır bırakılmakta ve baca etkisi ile cam yüzeyler arasındaki hava boşluğundan doğal havalandırma yapılabilmektedir. Bunun için havanın do laylı ve kontrollü alınmasını sağlayan, yağmur perdesi (rain screen) benzeri detaylara sahip menfezler bırakılmaktadır. Ancak bu tür analizlerin ya

4. Disiplinlerarası İşbirliğinin Önemi

Önce mimari projenin yapılması ve bunun üzerine diğer sistemlerin ilave edilmesi şeklinde yürütülen birbirinden kopuk süreçlerden oluşan geleneksel tasarım şekli binanın ilk yatırım maliyeti ve enerji tüketimi yönlerinden iyi bir çözüme ulaşmayı engellemektedir. Bu gibi mahzurları azaltmak için tasarımın ilk adımlarından itibaren disiplinlerarası ekip çalışması yapılması gerekir. Bu bağlamda;

- Tasarımın tüm aşamalarında disiplinler arasında işbirliği ve karşılıklı iletişim sağlanmalıdır.
- Her disiplin sadece kendi konusunu değil, projenin tümünü düşünmelidir.

nılması, gece havalandırması ile binada soğuk depolanması vb. olarak özetlenebilir.

Isıl konfor ve enerji tüketimi arasında bir noktadan sonra kaçınılmaz hale gelen çelişki nedeni ile konfor sınırlarının çizilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sınırlar dahilinde binanın ısı performansını, tek başına yüklenecek şekilde değil, destekleyecek anlamda HVAC sistemlerinin tasarımı ve işletimi de enerji-etkin stratejilerin uygulanmasını gerektirmektedir. (Ancak yılın tüm günlerinde konfordan taviz vermeyen uygulamalarda mekanik sistem kapasiteleri, pik yükleri karşılayacak nitelikte seçilmelidir. Buradaki esas kazanç ilk yatırımdan tasarruf değil, işletmedeki enerji giderlerinin düşürülmesidir). Eğer güneşten ısı kazançlarının denetimi, doğal havalandırma, doğal aydınlatma gibi hususlar söz konusu ise, bina otomasyon sistemleri ile entegrasyonun sağlanması önem taşımaktadır. Örneğin ısıtma sistemi çalışırken camların açık olmaması (bu amaçla kontrolün manual olmaması tercih edilmelidir), jaluzi veya güneş storları kapalı iken gündüz yapay aydınlatma kullanılmaması, kullanılmayan mekanların ısıtma, soğutma, aydınlatma hizmetlerinin devre dışı bırakılması, dış hava koşullarının getirmesi halinde doğal havalandırma yerine mekanik sistemlerin devreye sokulması buna örnek olarak verilebilir.

- Performansla ilgili hedefler önceden belirlenmelidir. Tasarım grubu belirlenen bu hedeflere nasıl ulaşılacağını kararlaştırmalı, izlenecek yöntemleri ve araçları belirlemelidir.
- Sistemlerin kullanım sürelerindeki toplam maliyetleri (ilk yatırım ve işletme maliyetleri) değişik seçenekler için karşılaştırılmalı ve tasarımın amaçlarını gerçekleştiren optimum seçenek tercih edilmelidir.

Bir başka ifade ile tasarım bir optimizasyon olayıdır ve bunu etkileyen birçok husus vardır. İyi bir tasarım için CFD simülasyonları yapılması, değişik alternatiflerin mukayesesi, teknolojik malzeme kullanımını nedeniyle tasarım maliyetinin ve süresinin uzaması tasarım aşamasının önemini ortaya koymaktadır. Örneğin Batıda binaların projelendirilmesi ile inşaat süreleri bir birine yakındır ve tasarıma gerekli ücretler ödenmektedir. Ancak Türkiye'de aşırı düşük fiyatlar proje kalitesini son derece olumsuz etkilemekte, mal sahiplerinin tasarımcı seçimindeki birinci kriteri, genellikle, en ucuz teklifi ve en kısa süreyi veren şekilde olmaktadır. Bu durumda kaliteli bir proje elde edilmesinden bahsetmek bir temenniden öteye gitmemektedir. Diğer yandan tasarım parametreleri birbirleriyle uyum halinde olabileceği gibi çelişebilir de. Örneğin bir pencerenin alanı manzara, doğal aydınlatma, kış gündüzlerinde güneşten ısı kazanımının artırılması açısından büyümesi gerekirken,

kışın ısı kayıplarının ve yazın ısı kazançlarının azaltılması açısından küçültülmesi gerekebilir. Camlı yüzeylerin birbiri ile çelişen bu ihtiyaçlar çerçevesinde optimizasyonu, binanın kabuk sisteminin enerji performansının yanısıra mekanlardaki konfor düzeyini ve sonuçta HVAC sistemlerinin yükünü ve tasarımını etkilemektedir.

Diğer yandan şematik tasarım aşamasında, her tasarım kararının etkisinin matematiksel analizlerinin yapılması pratik olarak mümkün olmayabilmektedir. Bu ancak teori ve uygulamanın bir araya gelebildiği durumlarda verimli olmaktadır. Ancak yinede değişik uzmanların mimarın karar vermesine katkı koyabilmesi bina kalitesi açısından önemlidir. Yukarıda belirtildiği üzere proje tasarım disiplinlerinin kendi alanlarında bilgi sahibi olmaları önemlidir, ancak binayı oluşturan diğer disiplinlere de yabancı olmamaları gerekir. Diğer

özele inilirse mekanik tesisat sistemlerinin tek başlarına değil, yapı ile bütünleşik olarak işlev gördüğünü söylenebilir. Örneğin ısıtma problemi, çoğu kez ısıtma sistemlerinin yapının bütünü ile (örneğin bina kabuğunun ve strüktürün ısı kütlesi vb.) olan etkileşimi gözardı edilerek, sadece kabuk içinde yer alan mekanların ısıtılması şeklinde algılanabilmektedir. Oysa kabuk; sürekli iç ve dış ortam ile etkileşim halindedir. Bunun yapısı enerji korunum düzeyi, ısı kütlesi, kabuk alanı-bina hacmi ve şeffaf-opak oranları, sıcaklık-nem-hava kalitesinin kontrol düzeyi vb ile mekanik sistemlerin seçim ve işleyişini doğrudan etkilemektedir. Diğer bir ifade ile mimari tasarımın HVAC sistemleri ile uyumsuzluğunun getirdiği sorunların mühendisleri zorlaması söz konusu olup, kaliteyi düşürmektedir. Burada daha önemlisi yanlış veya geç kalmış kararların, sistemlerin kurulması ve işletilmesindeki maliyeti

bir ifade ile mühendis ve mimarın çalışmasının verimliliği, birbirlerinin disiplinine ait kavramlara yatkınlıkları, karşılıklı beklentilere açıklıkları, yaratıcılıkları oranında artacak, bütün bunlar bina tasarımı ve uygulamasına başarı olarak yansıtacaktır.

Bina sistemlerinin birbiri ile etkileşim halinde çalıştığı ve performansı belirlediği bir ortamda, geleneksel tasarımın binanın bütünü ile optimizasyonu açısından yetersiz kalacağı açıktır. Çünkü, binanın optimizasyonu için binayı oluşturan her sistemin (örneğin statik sistemi, iklimlendirme sistemi vb) diğer sistemlerden bağımsız olarak tasarımı ve kendi içinde optimizasyonu yeterli değildir. Optimizasyon ancak tasarımın başlangıcından itibaren binayı tüm sistemleri ile birlikte ele alacak, parçadan bütüne, bütünden parçaya gidip gelecek, alınan her kararın etkisini tartışacak ekip çalışması ile gerçekleştirilebilir. Çünkü enerji bilincinin, ekip çalışmasının gerekliliğine olan inancın, alışkanlığın ve olanakların yetersizliği nedeniyle baştan yanlış veya eksik verilmiş kararlar kadar, mimari tasarımı bitmiş bir binaya mekanik ve elektrikli sistemlerin sonradan ilave edilmesi de sorunlar yaratmaktadır. Biraz daha

artırması, daha fazla enerji tüketimi ve çevre kirliliğine neden olmaktadır.

5. HVAC Sistemlerinin Boyutlandırılması

Tasarım grubunun katkısı ile bina yükleri minimize edildikten sonra artık makina mühendisi HVAC sistemlerinin tasarımına geçebilir. Bu tür tasarım şekli giderek daha çok enerji medelleme ve simülasyon programlarının kullanımını gerektirmektedir. Tasarımcılar ve enerji modelleyen uzmanlar halen bu tür araçları geliştirmeye devam etmektedirler. Döşeme altından hava dağıtımı (UFAD) ve deplasmanlı havalandırma (DV) konforu artırdıkları, çok iyi mekan iç hava kalitesi sağladıkları ve geleneksel HVAC sistemleri ile karşılaştırıldığında çok az enerji tükettikleri için Amerikada ve Avrupada giderek yaygınlaşmaktadır[9]. ABD Enerji Dairesi enerji ihtiyacını minimize ettikten sonra kalanını yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan sıfır enerjili binalar konusunda, ileride bina inşaatlarının yönünü ciddi biçimde etkileyebilecek, çalışmalar yapmaktadır.

Enerji etkin tasarımın önündeki en büyük engellerden birisi ilk yatırım tutarlarının yüksekliğidir. Bu, Ülkemiz için çok daha geçerlidir. Diğer bir engel

de doğru modeller yaparak bina inşaatlarının içine gerekli ekipmanı entegre etmektir. Buna karşın bu gibi ekipmanlar HVAC sistemlerinin boyutlarını küçülttüğü için belkide daha baştan verimli olabilirler. Bunun ortaya konulması doğru modelleme ve hesaplarla mümkün olabilir. Zaten enerji etkin tasarımın amacı yükleri minimize etmek suretiyle HVAC sistemlerini küçültmektir. Diğer bir ifade ile bu şekilde ısıtma, soğutma sistemlerinin klima santrallerinin ve pompaların küçülmesidir. Isıtma ağırlıklı iklimlerde iyi bir bina kabuğu ısıtma borulamasını ve ekipmanlarını küçültecektir. HVAC sistemlerinin küçülmesi sonuçta elektrik tüketimini de önemli ölçüde azaltacaktır. Yukarıda da belirtildiği üzere HVAC yüklerinin küçültülmesi iyi bina kabuğu, iyi pencere sistemleri ve verimli aydınlatma ile mümkündür. Özetlemek gerekirse enerji etkin tasarım için[8];

- Birinci aşamada yükler azaltılmalıdır: Isıtma ve soğutma yüklerinin azaltılabilmesi tasarım grubuna son derece bağlıdır. Çünkü bir çok karar projenin daha ilk aşamalarında verilmek durumdadır. Makina mühendisi bu kararların alın

lanma, dış havanın ön soğutması, kazan yanma havasının ön ısıtılması, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinden yararlanma gibi yöntemler olabilir.

- Dördüncü aşamada minimize edilmiş yüklerin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak karşılanıp karşılanamayacağı etüd edilir. Bunlar, fotovoltaiiklerden elektrik elde edilmesi, güneşle ısıtma, gece gökyüzü radyasyonundan yararlanma vb. olabilir.

6. Sonuç

Bina üretimine katkı koyan farklı disiplinlerin ana hedefi, insana içinde daha konforlu yaşayacakları mekanları hazırlarken enerjiyi verimli kullanmak olmalıdır. Bunun için özellikle büyük binalarda, bir enerji mühendisi veya enerji danışmanının bulunması zorunlu gibi gözükmektedir. Böylece iklime uygun, yenilenebilir enerji kaynaklarından olabileğince yararlanan ve az enerji tüketen binaların tasarımını daha kolay olacaktır. Bu hedeflere ulaşabilmek için;

- Konuya ekoloji ve enerji açısından bakmak; varolan kaynakların kullanım, korunum, dönüşüm

masında doğru önerilerle öncü olmalıdır. Bu aşamada yukarıda belirtildiği gibi bina yerleşimi, gölgeleme, uygun cam seçimi, pasif güneş ısıtması, doğal havalandırma, yalıtım, aydınlatma yüklerinin azaltılması, verimli cihaz seçimi, ısı geri kazanım sistemleri vb. önlemler alınabilir.

- İkinci aşamada sistem verimi optimize edilir: Birinci aşamada ortaya çıkan ısıtma ve soğutma yükleri ne olursa olsun, bu yükler altında sistemlerin doğru seçimi, yüksek verimli cihaz kullanımı, sistemlerin yılın %80'inden fazlasında %50'nin altında kapasitede çalışmaları, ekonomizer kullanımı, evaporatif soğutma, serbest soğutma (free cooling), ısı geri kazanım gibi yöntemlerle HVAC sistemi optimize edilir.
- Üçüncü aşamada sistem işletmede kullanılacak enerjinin olabildiğince fosil yakıt dışı kaynaklardan sağlanması: Bunlar, varsa kojenerasyon, giriş havası ve egzost sistemlerinin entalpi farkından yararlanma, proses ısılarından yarar

- gereklerini ve buna imkan verecek yolları bilmek,
- Teknolojinin gelişmesini yakından takip ederek, sağladığı olanak ve kısıtları kavramış olmak,
- Enerji ve teknolojinin bina tasarımına girdi verecek farklı disiplinleri nasıl etkilediğini bilmek ve bu bilgiyi, tasarım-üretim-işletim sürecine ekip çalışması ile aktaracak yeni süreçleri tanımlamak,
- Özellikle mekanik tesisat sistemlerinin projelendirme aşamasına gelinceye kadarki süreçte "enerji mühendisi" diyebileceğimiz bir uzmanın tasarıma dahil edilmesi (elbette aktif mekanik tesisat sistemlerini tasarlayacak mühendisin de bu süreçten haberdar olması).

Gerekmektedir. Projelere para ve zaman olarak gereken değer verilmelidir. Ayrıca tasarımcıların meslek içi eğitimlerine önem verilmelidir. Çünkü iyi veya kötü bir tasarım özellikle işletme maliyetleri açısından çok büyük farklar ortaya çıkarabilmektedir. Diğer yandan binanın mimari tasarım

ile pasif anlamda karşılanamayan iklimlendirme yüklerinin aktif iklimlendirme ile karşılanması aşamasında, sistem seçimi, kapasite tayini, işletim ve kontrol stratejileri, mühendisler açısından önemli kararları gerektirir. Ancak bu aşamada mimar ve mühendisin ortak çalışması, servis sistemlerinin, mimari ve yapısal bileşenler ile entegrasyon düzeyinin belirlenmesi açısından büyük önem taşır. Bu bağlamda mimari tasarım hedefleri ile çelişen mühendislik kararlarının doğurduğu sorunları, büyük ölçekli ve organize firmalar dışında ekip oluşturmadaki ekonomik zorlukları, mühendislerin teknoloji ve ekonomi perspektifindeki bakış açısının aşırı sınırlayıcılığını ve mimari tasarım aşamasında mühendislerin uzmanlıkla yeterince başvurulmaması ciddi sorunlara yol açabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Martin, J., Building the Total System: The Integration of the Competing Demands of Modern Technology, "Companion to Contemporary Architectural Thought", Farmer, B., and Louw, H., Routledge Inc., USA, 1993.
- [2] Haves, P., "Environmental Control in Energy-Ef-

(ed.) Roaf, S., Hancock, M., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1992.

- [3] Wiggington, M., and Harris, J., Intelligent Skins", Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [4] Çakmanus, İ., "Binaların Güneş Enerjisi ile Pasif Isıtılması ve Soğutulması", Yapı Dergisi, Haziran 2001.
- [5] Çakmanus, İ., "Binalarda Pasif ve Düşük Enerjili Soğutma Sistemlerinin Uygulanabilirlik Ölçütleri", Yapı Dergisi, Ekim 2002.
- [6] Çakmanus, İ., Türkoğlu, H., 2004, Ankara'daki Mevcut Bir Ofis Binasında Doğal Havalandırmanın Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği 6. Uluslararası Yapıda Tesisat Sempozyumu, İstanbul.
- [7] Markus, T. A., and Morris, E. N., "Buildings, Climate and Energy", Pitman Publishing Ltd., London 1980.
- [8] Lewis, M., "Integrated Design for Sustainable Building", ASHRAE Journal September 2004.
- [9] Todesco, G., "Integrated Designs and HVAC Equipment Sizing", ASHRAE Journal September

