

İSTANBUL'DA ARTI ENERJİ BİR KONUT ÖRNEĞİ

Zerrin Yılmaz¹

5 Aralık 2008'de EU Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD-The Directive on the Energy Performance of Buildings) kapsamında ülkemizde de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmıştır. BEPY 2010 değişikliğiyle, enerji verimliliği artırma önlemlerinde, hem maliyet optimizasyonu koşulunu hem de yaklaşık sıfır enerjili binalar yapılması gereğini zorunlu kılmaktadır.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi, binalarda kullanıcı konforunu temin etmek için ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma amacıyla harcanan enerji dünyadaki toplam enerjinin hemen hemen yarısı kadardır ve toplam karbon salımının 1/3'ü ve hatta daha fazlasından binalar sorumludur. Endüstrileşme, kentleşme ve hızlı nüfus artışı gibi nedenlerle enerjiye ve aynı zamanda daha konforlu iç ortamlara olan talebin her geçen gün artması ve enerji tüketimine bağlı sera gazı salımlarıyla çevreye verilen zararların tehlikeli boyutlara ulaşmış olması göz

önüne alındığında, bina endüstrisine büyük bir sorumluluk düştüğü açıkça görülmektedir. Bu nedendir ki, tüm dünya ülkelerinde binaların kullanım sırasındaki sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik önlemler alınmakta ve uyulması zorunlu yönetmelikler çıkarılmaktadır. Bu bağlamda da, Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD-The Directive on the Energy Performance of Buildings) kapsamında Türkiye'de Aralık 2008'de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmış ve binaların CO₂ salımının azaltılmasına yönelik önlemler bu yönetmelikle tanımlanmıştır.

EPBD 2010'da yapılan değişiklikle, enerji verimliliği artırma önlemlerinde, hem maliyet optimizasyonu koşulunu hem de yaklaşık sıfır enerjili binalar yapılması gereğini zorunlu kılmaktadır. Bu düzenleme, ilk yatırım maliyeti, bakım-onarım maliyeti ve enerji maliyeti toplamlarının optimizasyonu gereğini öngörmektedir. Ülkemizde inşaat sektöründeki genel eğilim öncelikle binaların ilk yatırım maliyetinin düşük olması yönündedir ve bu nedenle çoğu kez enerji maliyetlerinin çok yükselmesi ve bunun sonucu olarak binanın yaşam dönemi maliyetinin artması gözden kaçır. Öncelikle belirtmek gerekir ki, enerji performansı yüksek binanın, mutlaka ilk yatırım maliyeti yüksek bina olduğu algısı yanlıştır. Maliyet dahil, konfor ve enerji verimliliği analizleri uzmanları tarafından bilinçli olarak doğru zamanda yapıp tasarımcılar doğru yönlendirilirse, performansı yüksek binanın standart binadan daha pahalı olma olasılığı neredeyse sıfırdır.

Bina performans simülasyonları etkin ve doğru yapıldıkları takdirde binaların tasarım veya işletim aşamalarında çevresel etkilerini belirleyerek, bu çevresel etkilerin azaltılmasında, bina performansının, iç çevre kalitesinin ve kullanıcıların veriminin artırılmasında çok önemli rol oynarlar. Ayrıca bina sektöründeki yenilikçi ve teknolojik gelişimlere katkıda bulunurlar.

2. İSTANBUL'DA ARTI ENERJİLİ BİR KONUT BİNASI

Kullanımı sırasında sıfır karbon hedefini yakalamış, kullandığından fazla enerjiyi kendisi üretebilen Steelife-EkoEv bu alanda Türkiye'de bir örnek oluşturmaktadır [1,2].

2.1 Mimari Tasarım

Düşük enerji tüketimi ve dolayısıyla düşük karbon salımı olacak bir ev prototipinin üretilmesi hedefiyle yola çıkılan Steelife-EkoEv için tüm tasarım kararları detaylı simülasyonlarla yönlendirilmiştir. Bu tasarım süreci-



Şekil 1. Steelife EkoEv Güney Cephe

nin sonucu olarak, Steelife EkoEv şu an başlangıç hedefini fazlasıyla aşmış ve enerji ihtiyacından fazlasını yenilenebilir kaynaklardan sağlayan sıfır karbon ev olarak konforlu ve sağlıklı yaşam koşulları sunmaktadır. Enerjide dışa bağımlı ülkemizde, yükselen enerji fiyatları ve fosil enerji kaynaklarındaki azalma da göz önüne alındığında, bu tür binaların yaygınlaştırılması hem sağlığımız ve çevremiz, hem de ülke ekonomimiz açısından çok önem taşımaktadır. Bu bağlamda Steelife, mimari formları da farklı olacak şekilde İstanbul Çekmeköy'de 10 evlik Eko-site çalışmalarına da başlamıştır.

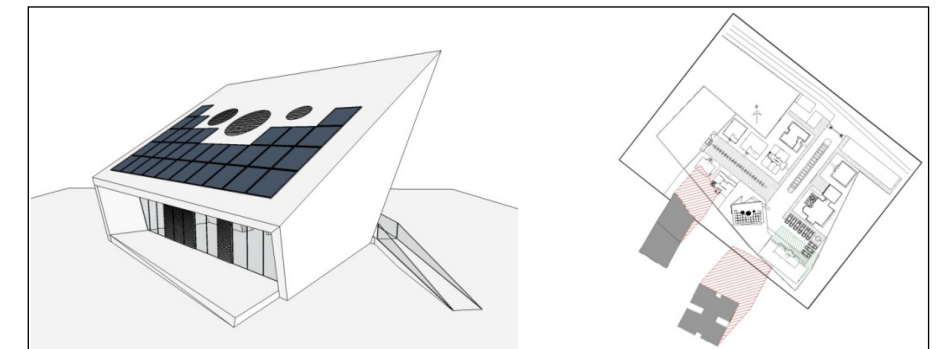
EkoEv'in tasarım ve üretimine ışık tutan enerji verimliliği kavramı aşağıdaki üç ana başlık altında değerlendirilmiş ve uygulanmıştır;

- ısıtma, soğutma ve aydınlatmada enerji ihtiyaçlarını azaltmak
- enerjiyi verimli kullanmak
- enerjiyi verimli ve temiz kaynaklarla üretmek.

Deneme amaçlı sıra dışı bir forma da sahip olması istenen Steelife EkoEv'in güney tarafından görünüşü Şekil 1'deki fotoğrafta yer almaktadır.

Bu prototipin yapımında öncelikle tasarım aşamasında ısıl, görsel ve işitsel konfor koşullarını maksimum düzeyde sağlamak kaydıyla ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma enerjisi ihtiyacını en aza indirecek detaylı simülasyonlar yapılmış ve tasarımın tüm detayları, yalıtım kalınlıkları, ısı köprüsü yalıtımları, bu dinamik simülasyon sonuçlarına göre belirlenmiştir. Pencere için ise üç cam katmanlı olması öngörülmüştür. Konumlandırılış durumu yine tasarım aşamasında yapılmıştır. Şekil 2'de simülasyon modeline ve gölge analizlerine örnek görülmektedir.

Tablo 1 ve 2'de ise yalıtım, pencere türü, güneşiği ve doğal havalandırma stratejileri dahil farklı tasarım senaryolarının dinamik simülasyonları sonucuna göre tasarlanan binanın enerji ihtiyaçları görülmektedir. Bu tablolardan görülmektedir ki, tasarlanan binanın enerji ihtiyacı, Türkiye'nin standart referans binasına göre soğutmada %70'e yakın oranda, ısıtmada ise %50'ye yakın oranda azaltılmıştır. Isıtma ve soğutma enerjisi azaltımı için uygulanan tüm stratejilerde güneşten maksimum yararlanmak ve dolayısıyla aydınlatma enerjisi ihtiyacını da olabildiğince düşürmek için tüm kontroller ve hesaplamalar yapılmıştır. PVC pencere doğramaları 3 camlı Pasif Ev sertifikasıyla



Şekil 2. Simülasyon Modeli ve Çevre Binaların Gölge Etkisi Analizlerine Örnek

¹ Prof. Dr., İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi ABD., Taşkılla, İstanbul- yilmazzer@itu.edu.tr

Tablo 1. Referans Binanın Enerji İhtiyacı

Aylar	Soğutma İhtiyacı [kWh]	Isıtma İhtiyacı [kWh]
Ocak	0,00	2756,99
Şubat	0,00	2728,45
Mart	0,76	1996,27
Nisan	19,47	599,70
Mayıs	287,03	88,16
Haziran	952,49	0,21
Temmuz	1485,72	0,00
Ağustos	1283,98	0,00
Eylül	573,36	4,81
Ekim	83,17	158,39
Kasım	0,79	1135,03
Aralık	0,00	2345,62
Yıllık Toplam kWh/m²	33,52	84,49

Tablo 2. Tasarlanan Binanın Enerji İhtiyacı

Aylar	Soğutma İhtiyacı [kWh]	Isıtma İhtiyacı [kWh]
Ocak	0	1502,17
Şubat	0	1554,76
Mart	0	1063,56
Nisan	0	251,52
Mayıs	30,00	29,92
Haziran	231,60	0
Temmuz	619,88	0
Ağustos	573,74	0
Eylül	103,03	0
Ekim	3,38	37,65
Kasım	0	535,80
Aralık	0	1230,73
Yıllık Toplam kWh/m²	11,17	44,38

lı tipte seçilmiştir ve pencere U-Değeri 0,9 W/m²K'dir.

Mimari konsept olarak tek eğimde olması planlanan EkoEv'in çatısı güneş enerjisi sistemlerinin yerleştirilmesine uygun olarak ayarlanmıştır. Şekil 1'deki fotoğrafta görüldüğü gibi çatıya, elektrik enerjisi üreten PV paneller ve kullanım

sıcak suyu için termal güneş kolektörleri yerleştirilmiştir. Yeterli güneşin sağlanması ve aynı zamanda ısıtma/soğutma ihtiyaçlarının da minimize edilmesi açısından çatı saçağı gibi yapı elemanlarının boyutları gölge analizleri yapılarak belirlenmiştir. Bu detaylı hesaplamalarla enerji ihtiyacının en aza indirilmesi ve aynı zamanda konforlu iç

mekânlar yaratılması sağlanmıştır. Şekil 3'te yaşama alanı olarak planlanan mekânın görünümü yer almaktadır.

2.2 Teknik Donanım

Bu çalışmalarla enerji ihtiyacı minimize edilerek inşa edilen EkoEv'in ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamak amacıyla hava kaynaklı (havadan suya) bir ısı pompası kullanılmıştır. Isı pompası cihazı sadece elektrik enerjisi kullanmakta ve bir birim elektrik enerjisine karşılık toplamda 3,5-4 birim kadar ısıtma/soğutma enerjisi üretebilmektedir. Cihazın kullandığı elektrik enerjisi ise fosil yakıtlardan bağımsız olarak çatıya yerleştirilen PV panellerden sağlanmaktadır. Yapı, doğal gaz ya da başka herhangi bir enerjiye ihtiyaç duymadan kendi kendine yetebilmektedir.

EkoEv'de ısıtma için yerden ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde binanın zeminindeki şap kütlesi ısıtılır ve ısınan bu kütle ağırlıklı olarak ısıtma ve ısı taşınımı yaparak iç ortamı ısıtır. Sistem geniş bir yüzeyde uygulandığı için düşük su sıcaklıklarıyla çalıştırılabilen ve bu sayede ısı pompası gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan sistemlerin daha verimli çalışmasını sağlayan bir sistemdir. Ayrıca ısı transferi düşük sıcaklıktaki döşemeden gerçekleştiğinden kullanıcılara daha yüksek bir konfor sunar. Steelfe EkoEv'de enerji ihtiyacı minimuma indirildiği için yerden ısıtma sistemi için planlanan su sıcaklığı 33 °C mertebesindedir. Bir karşılaştırma yapılabilmesi için belirtmek gerekir ki; İstanbul koşullarında standart yalıtımlı bir binada yapılan bir yerden ısıtma sisteminde kullanılan asgari su sıcaklığı 42 °C mertebesindedir.

Fotovoltaik Paneller ve Termal Kolektörler

Binanın iklimlendirilmesi için kullanılan ve içeride yaşayanların kullanacağı tüm ekipmanların elektrik enerjisi ihtiyacı çatıya yerleştirilmiş olan 27 adet 1.114 x 1.414 mm boyutundaki

**Şekil 3.** Steelfe EkoEv Yaşam Alanından Görüntüler ve Sistem Kontrol Panoları

fotovoltaik panellerle karşılanmaktadır. Panellerin anlık toplam elektrik üretim kapasitesi 2,7 kWp'dir. Tasarım aşamasında yıllık 3.400 kWh elektrik enerjisi üretmesi planlanan yapı, işletmeye alındığı Ocak 2012'den itibaren geçen bir yıllık sürede toplam 3.800 kWh elektrik enerjisi üretmiştir. EkoEv bir yılda bu üretimin %40'ını kullanmıştır.

Dört adet 1.215 x 1.908 mm boyutlarında termal panelden oluşan kapalı devre güneş enerjisi sistemiyle üretilen sıcak su 200 litre hacminde bir depoda toplanmaktadır. Toplanan sıcak su ile hem kullanım sıcak suyu üretimi yapılmakta, hem de ısıtma sistemine destek sağlanmaktadır. Sistem, depodaki suyun sıcaklığına ve güneş kolektörlerinin

sıcaklığına göre çalışan bir otomasyon ünitesi üzerinden kontrol edilmektedir.

Hava Kaynaklı Isı Pompası

Binanın ısıtılması ve soğutulması için ihtiyaç duyulan sıcak ve soğuk su hava kaynaklı bir ısı pompası cihazıyla karşılanmaktadır. Bu cihaz kışın havanın ısınıp binanın ısıtılması için gerekli olan sıcaklıkta suyu üretmektedir. Yaz şartlarında ise binanın soğutulmasını sağlayan soğuk suyu üreterek, binadan soğurulan fazla ısının havaya atılmasını sağlamaktadır. Cihazın ısıtma kapasitesi 14 kW, soğutma kapasitesi ise 11 kW'dır.

Yerden Isıtma/Serinletme Sistemi

Binanın ısıtılması/serinletilmesi dö-

şeme şapının içine uygulanmış borulardan sıcak/serin su dolaştırılmasıyla sağlanmaktadır. Geniş yüzeyde uygulanmış bu sistem, ısıtma yaparak ortamı ısıtır/serinletir. Sistem, sahip olduğu geniş uygulama alanı sayesinde kışın 33°C su sıcaklığıyla ısıtmaya, yazın ise 16 °C su sıcaklığıyla serinletmeye imkan tanımaktadır. Bu özelliğiyle de ısı pompasının daha verimli çalışmasına katkıda bulunmaktadır.

Yerden ısıtma/serinletme sistemini besleyen pompalar frekans konvertörlü tipte seçilmiştir. Bu pompalar binada oluşan talep değişikliklerini algılayarak gönderilen suyun debisini otomatik olarak ayarlarlar, böylece asgari enerji tüketimiyle azami verimlilik sağlamaktadırlar. Bu pompaların kullanımıyla standart sabit debili pompaların kullanımına oranla %80'e varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Kontrollü Havalandırma Sistemi/Isı Geri Kazanım Cihazı

Bu sistem doğal havalandırma için dış hava sıcaklığı ve nem oranı uygun olmadığı zamanlarda kontrollü havalandırma için kullanılmaktadır. Dış şartlar uygun olduğunda ise taze hava ihtiyacı çatı ve cephe pencereleri aracılığıyla doğal olarak sağlanmaktadır.

Kontrollü havalandırma sistemi, hem nemin giderilerek konforun sağlanması, hem de yerden serinletme sistemiyle karşılanamayan uç soğutma yüklerinin karşılanabilmesi amacıyla ve gereğinde kullanılmak üzere kurulmuştur. Bu sistemle taze hava, ihtiyaca göre mahallere aktarılmaktadır. Kullanılmış ve egzoz olarak değerlendirilebilecek hava ise mahallerde emilerek binadan dışarı atılmaktadır. Bu işlev ısı geri kazanımlı ve 100-2000 m³/h debi aralığında çalışabilen bir havalandırma cihazıyla yerine getirilmektedir.

Sistem, bir baca üzerinden emilen taze havanın toprak altına uygulanmış boru-

lardan geçirilerek toprakta yıl boyunca mevcut olan jeotermal enerjiyle kışın ön ısıtılması, yazın ise ön soğutulması esasına dayanır. Bu amaçla binanın arka bahçesinde yüzeyin 2 m altında, 75 m uzunluğunda DN 200 çapında antimikrobiyel polipropilen (PP) borular döşenmiştir. Baca üzerinden emilerek borulardan geçirilen taze hava kontrollü havalandırma sistemiyle binanın içine aktarılmakta, kullanılmış fazla egzoz havası da mutfak veya banyo gibi mahallerden emilerek tekrar binadan dışarı atılmaktadır. Böylece içeride doğal yollarla veya cihaz vasıtasıyla sürekli olarak taze hava bulundurulması mümkün olur. Yaz ve kış koşullarında ısı pompası cihazıyla üretilen soğuk/sıcak su ile H-TID'den alınan taze havanın ek olarak soğutulması/ısıtılması sağlanmakta, böylece binaya üflenen taze havanın uygun sıcaklığa getirilmesi söz konusu olmaktadır.

Yağmur Suyu Depolama Sistemi

Bu sistemle çatı alanlarından gelen yağmur suyu borularla toplanarak binanın arka bahçesine gömülü olan 1800 litrelik polietilen (PE) yağmur suyu tankında toplanmaktadır. Toplanan bu su, ihtiyaç halinde bahçe sulama amacıyla kullanılmakta veya otomatik olarak çalışan bir hidrofor ünitesi tarafından binaya basılmaktadır ve sonrasında tuvaletlerdeki rezervuarlarda veya çamaşır yıkamada kullanılabilir. Sistemin borulaması ve işletimi için kullanılan otomasyon sistemiyle şebeke suyu ile yağmur suyunun hiçbir zaman birbirlerine karışmaması sağlanmaktadır. Uzun süre yağışsız geçen dönemlerde sistem 11 litrelik ek haznesinde depoladığı şebeke suyu üzerinden binaya hizmet vermektedir.

Gri Su Arıtma Sistemi

Gri su arıtma sistemi sayesinde lavabolardan toplanan gri su arıtılmakta ve bahçe sulama amaçlı kullanılabilir. Klozet ve rezervuar sistemleri özel hazne yapıları ve su kullanımının azaltan gömme rezervuar iç takımları sayesinde gereksiz su tüketimini engelleyecek şekilde seçilmiştir. İnce gömme rezervuar, çift kademeli fonksiyonuyla 2,5 - 4 litre veya 3 - 6 litre kapasitesi sayesinde %70'e varan su tasarrufu sağlamaktadır.

Atık Su Sistemi

Binanın atık su tesisatında sessiz atık su boruları kullanılmıştır. Bu borular ve sabitleme sistemi sayesinde Alman VDI 4100 standardı uyarınca tanımlanmış ve daha konforlu bir yaşam alanı sağlanması mümkün olmuştur. Binanın temiz su tesisatında PE-Xa ham maddeden üretilmiş ve bağlantı noktalarında %100 sızdırmazlık garantisi olan bir borulama sistemi kullanılmıştır. Böylece evin ömrü boyunca herhangi bir yenileme, tamirat işine girilmesi tehlikesi ortadan kaldırılmıştır.

Tasarruflu Armatürler

Lavabo ve duşta tasarruflu armatürler kullanılarak su tüketimi azaltılmıştır. Standart bir lavabo armatürü dakikada 12-14 litre su tüketirken bu armatürler, özel tasarruflu perlatörleriyle bu sarfiyatı dakikada 8 litreye düşürmektedir.

Merkezi Süpürge Sistemi

Merkezi süpürge sistemi binanın belirli noktalarında planlanmış emiş prizlerinden emilen tozların, binanın duvar/tavan/zemin yüzeylerine döşenmiş borular üzerinden merkezi bir süpürge cihazına getirilmesi, oradan da filtre

edilerek dışarı atılması esasına göre çalışan bir sistemdir. Sistemin kullanımıyla evde temizlik yapılırken emiş hortumu dışında bir cihaz taşınmasına gerek kalmamaktadır.

LED Aydınlatmalar

Tüm aydınlatmalarda minimum enerji tüketimi sağlayan LED aydınlatma armatürleri kullanılarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır. 100 bin saate kadar çalışabilen uzun ömürlü armatürler 75 W lamba yerine 10 W LED'lerden oluşmaktadır. Bu LED'ler standart ampüllere göre 25 kat daha az ısı üreterek enerjinin ısı olarak kaybını da önlemektedir.

Kontrol Panosu

Tüm sistemlerin kontrolü, yaşama alanında mutfak girişinde yer alan ve Şekil 3'te görülen kontrol panolarından sağlanmakta, PV panellerin üretimi de sürekli izlenmektedir. Bu ölçümler göstermiştir ki, EkoEv için oluşturulmuş bütün bu sistemlerin ihtiyacı dahil tüm elektrik enerjisi ihtiyacı çatıya yerleştirilmiş 28 adet PV panelden sağlanabilmekte ve fazla olan enerji komşu binaları besleyebilmektedir. Dolayısıyla Steelife EkoEv sıfır karbon salınımıyla kullanıcılarına faturasız bir hayat ve ısı, görsel ve işitsel konfor koşullarını rahatlıkla sunabilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Yılmaz, A.Z., Aydın, B. 2013. "Toplam Maliyeti Düşük Sıfır Karbon Binalar Mümkün Müdür? İstanbul'da Bir Konut Örneği," EKOYAPI Dergisi, Şubat, sayı 13.
2. Anon, "Enerji Verimliliği Bir Kültürdür," GreenPower Gazetesi, 25.02.2013.