

AKILLI BİNALAR VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Zerrin YILMAZ

ÖZET

Bilindiği gibi, gerek binaların pasif sistem olarak gösterdikleri enerji performansı ve gerekse binadaki mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerin enerji verimliliği, binaya ilişkin mimari tasarım parametreleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu parametreler içerisinde en önemlileri olarak, binanın yeri, diğer binalara göre konumu, yönü, formu ve bina kabuğu sayılabilir. Bu parametrelerin her biri enerji etkin bina tasarımında, dolayısıyla akıllı bina tasarımında önemli rol oynayan ve binanın enerji performansına etkileri birbirleriyle bağlantılı parametreler olup, her birisinin değeri binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum yararlanmasını gerçekleştirecek şekilde birbirleriyle ilişkili olarak belirlenmelidir. Akıllı binaların en önemli hedefi binaların enerji etkin olmasını sağlamak olduğuna göre; akıllı binaların tasarımında bu mimari tasarım parametrelerinin önemi yadsınamaz. Aksi takdirde bina sadece otomasyon ile mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerin kontrolü sağlanmış klasik bir bina olmaktan öteye geçemez.

Binalarda kullanılan enerji sistemlerinin boyutlandırılması genellikle ortalama meteorolojik verilere dayandırılmakta ve özellikle ülkemizde binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanması konusunda yeteri kadar duyarlı davranılmamaktadır. Bunun sonucunda, enerji etkinliği için ileri teknolojik sistemler kullanılmış akıllı binalarda bile yeterli enerji verimliliği sağlanamamaktadır.

Bu bildiride; enerji etkin akıllı binalarda tasarım parametrelerinin rolü ele alınmış ve yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en önemlisi olan güneş enerjisinin etkin kullanımı için bu parametrelerin doğru değerlerinin belirlenmesinde izlenmesi gereken yöntemlere örnekler üzerinden değinilmiş ve ülkemizden örnek olarak İş Kulelerinin enerji verimliliği üzerine yapılmış bir çalışmanın sonuçlarından konu ile ilgili olanlarına yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Akıllı binalar, binalar için yenilenebilir enerji, enerji etkin tasarım.

ABSTRACT

As it is known, energy performance of buildings as passive systems and also the energy efficiency of mechanical and electrical systems in buildings are directly related to the design parameters of building. The most important ones among these parameters are site of the building, location and orientation of the building, building form and building envelope. Each of these parameters plays important role on energy efficient building design and thus, intelligent building design and the effect of each parameter on energy performance of building is related to the effect of the other parameters. Therefore, the optimum values of each parameter should be determined in relation to the values of the other parameters in order to provide the building to have maximum benefit from the renewable energy sources. Since the most important goal of intelligent buildings is to provide energy efficiency for buildings, the importance of these architectural parameters can not be regret in the design of intelligent buildings. Otherwise, the building, which is called as intelligent building can not be more than a standard building which mechanical and electrical systems have been automated.

The design of building energy systems are usually based on the average meteorological data and in Turkey, there is no enough sensitivity to use renewable energy sources in buildings. As the

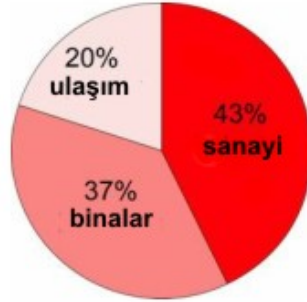
consequence of this unconsciousness energy efficiency of intelligent buildings in which, high tech automation systems have been used, can not be reached to a sufficient level.

In this paper, the role of architectural design parameters on energy efficient intelligent building design has been analysed and the methodologies for determination of the optimum values of these parameters in order to use solar energy which is the most important renewable energy source have been introduced through the samples and as sample from Turkey some of the results of a study related to energy efficiency of İş Towers have been given.

Keywords : Intelligent buildings, renewable energy for buildings, energy efficient design.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi, akıllı binalar enerji verimliliğini artırmak üzere binanın enerji harcamalarının otomatik olarak binanın kendi elemanlarıyla ve ek donatılarla kontrol edildiği sistemlerdir. Dolayısıyla akıllı binanın en önemli görevi, kullanıcı konforundan ödün vermeden binanın enerji harcamalarının en az düzeyde olmasını sağlamaktır. Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerjinin çok önemli bir oranı binalarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere ısıtma, klima, havalandırma ve aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır. Bu oranlar ülkemiz için yaklaşık olarak Şekil 1 de gösterilmiştir. Dünyada ise binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji içerisindeki payı %45-50'e kadar çıkabilmektedir. Bu durum binalarda enerji tasarrufunun ve yönetiminin ne kadar önemli olduğunun göstergesidir.



Şekil 1. Türkiye'de Binalarda Kullanılan Enerjinin Toplam Enerji İçerisindeki Payı

Binanın pasif sistem olarak kendisinin enerji etkin olmasının yanı sıra yüksek maliyetli otomatik kontrol sistemlerine de gereksinim duyulduğundan, genellikle akıllı bina uygulamaları enerji harcamalarının çok yüksek olduğu büyük kamu ve ofis binaları gibi kullanım alanı ve kullanıcı sayısı fazla olan binalar için öngörülmektedir. Akıllı bina denildiğinde, özellikle ülkemizde binanın mekanik ve elektrik sistemlerinin otomatik kontrolü ile enerji yönetiminin yapılması anlaşılmakta, binanın tasarım ve yapımının da enerji etkin akıllı olması göz ardı edilerek eksik uygulamalar yapılmaktadır. Oysaki bina; mimari tasarımı, yapım sistemi, taşıyıcı sistemi, mekanik ve elektrik sistemi gibi alt sistemlerin bir bütünüdür. Bu alt sistemlerin her birisinin akıllı bina kavramına uygun olmaması durumunda o binadan akıllı bina diye söz etmek mümkün değildir. Bu tür binalar mekanik ve elektrik sistemlerinin otomatik kontrolü yapılmış standart binalardır ve üstelik bu yüksek maliyetli sistemlere karşın, binanın asıl kendisi akıllı olmadığı için, enerji verimliliği ve enerji yönetiminin performansı olabileceğinin çok altında kalabilmektedir. O nedenle, akıllı bina tasarım aşamasından itibaren ilgili tüm bina alt sistemleri enerji etkin olacak şekilde mimar ve mühendislerin işbirliği ile gerçekleştirilebilir. Binanın enerji etkinliğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından yeteri kadar yararlanan pasif sistem olarak gösterdiği enerji performansı en önemli rolü oynar.

2. ENERJİ ETKİN PASİF SİSTEM

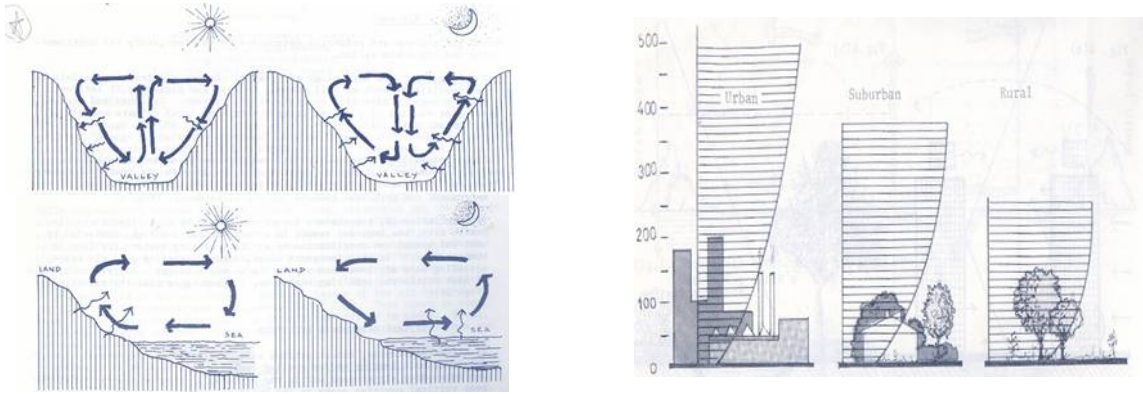
Binanın pasif sistem olarak enerji performansını etkileyen başlıca tasarım parametreleri;

- Binaın yeri,
- Binaın diğer binalara olan mesafesi ve konumlandırılış durumu,
- Binaın yönü,
- Binaın formu,
- Binaıy çevreleyen kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri ve
- Güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri sayılabilir.

Bu parametrelerin enerji tasarrufu açısından doğru değerleri belirlenmedikçe binadaki mekanik ve elektrik sistemlerinin otomasyonundan yeterli enerji verimi elde edilemez.

2.1. Binaın Yeri

Binaın bulunduğu yer; enerji harcamalarını etkileyen güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının değerlerinin bilinmesi için önemli olduğu kadar, binaın enerji etkinliğinde çok önemli rol oynayan mikro-klima koşullarının da belirleyicisidir. Şekil 2 ve 3 de görüldüğu gibi, binaın çevresindeki öğeler bina etrafındaki mikro-klimayı etkileyen önemli faktörlerdir [1].



Şekil 2. Binaın Yerine Bağlı Olarak Bina Çevresindeki İklım Koşullarının Değişimi

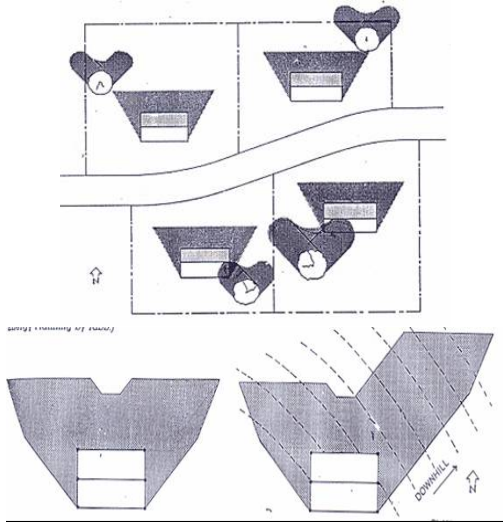


Şekil 3. Yerleşme Dokusunun Bina Çevresindeki İklım Üzerindeki Etkisi

2.2 Binaın Diğer Binalara Göre Konumu

Binaın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller ile arasındaki mesafe, binaıy etkileyen güneş ışınımı miktarını ve bina etrafındaki hava akışı hızını ve tipini belirleyen en önemli tasarım değişkenlerinden biridir. O nedenle, binaın arazideki konumu güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji

kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak Şekil 4 ve 5 de görüldüğü gibi belirlenmelidir [1] [2].



Şekil 4. Binanın Diğer Binalara Göre Konumu

BİNENİN YÖNÜ	S. EĞİM AÇISI B. PROFİL AÇISI		GÜNEŞİN YÖNÜ
	N-S	N-S	
s=0°	SAAT:0000-1400 GÜNEŞ		N-S
GÜNEŞİN YÖNÜ	S	N	S
	N-S	N-S	N-S
	s=10°	s=10°	S N
	s=15°	s=15°	S N
GÜNEŞİN YÖNÜ	S	N	S N
	N-S	N-S	N-S
	s=20°	s=20°	S N
	s=24°	s=24°	S N

Şekil 5. Güneşlenme için Binalar Arasında Olması Gereken Uygun Mesafe

2.3. Binanın Yönü

Bina aralıkları gibi binanın yönü de cephelerin doğrudan güneş ışınımından yararlanma oranını, dolayısıyla toplam güneş enerjisinden kazancını etkileyen en önemli tasarım parametrelerinden birisidir. Bunun yanı sıra binaların yönü rüzgar alma durumunu, dolayısıyla doğal havalandırma olanağını ve binanın taşınım ve hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını da etkiler. O nedenle binanın bulunduğu ilkim bölgesinin ihtiyaçlarına göre binalar güneş ve rüzgardan gerektiğinde yararlanacak, gerektiğinde ise korunacak şekilde yönlendirilmeli ve mekan organizasyonu yönlendirme kriterine göre yapılmalıdır.

2.4. Binanın Formu

Binanın formu da diğer tasarım parametreleri gibi binanın çevresel etkenlerden yararlanma veya korunma düzeyini, dolayısıyla enerji performansını belirleyen önemli bir parametredir. O nedenle, farklı iklimsel karakterlere sahip yörelerde enerji etkin tasarımda formun önem kazandığı geleneksel mimari tasarım örneklerinde belirgin olarak görülebilir. Soğuk iklim bölgelerinde enerji kaybeden yüzeylerin alanını minimize etmek üzere kompakt formlar, sıcak kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını minimize etmek, gölgeli ve serin yaşama alanları elde etmek açısından kompakt ve avlulu formlar, sıcak nemli iklim bölgesinde karşılıklı havalandırmaya maksimum düzeyde olanak sağlayan hakim rüzgar doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş ince uzun formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgesine göre daha esnek bina formları enerji etkin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır.

2.5. Bina Kabuğu

Binanın ve ısıtma sisteminin ısısal performansını etkileyen en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğu opak ve saydam olmak üzere fiziksel özellikleri ve ısı geçişine karşı davranışları birbirinden farklı iki bileşenden oluşmaktadır. Bina kabuğunun ısısal performansını etkileyen en önemli fiziksel özellikleri,

- Opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı (U , $W/m^2 \cdot K$),
- Opak bileşenin genlik küçültme faktörü (ϕ),
- Opak bileşenin zaman geciktirmesi (Φ , h) ve
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları (τ , a ve r) olarak sıralanabilir.

Bir veya birden fazla katmandan oluşmuş herhangi bir kabuk bileşeninin ısı geçirme katsayısı; bileşenin her iki tarafındaki hava sıcaklığı farkı 1 K iken bileşenin birim alanından bu alana dik doğrultuda birim zamanda geçen ısı miktarı olarak tanımlanır.

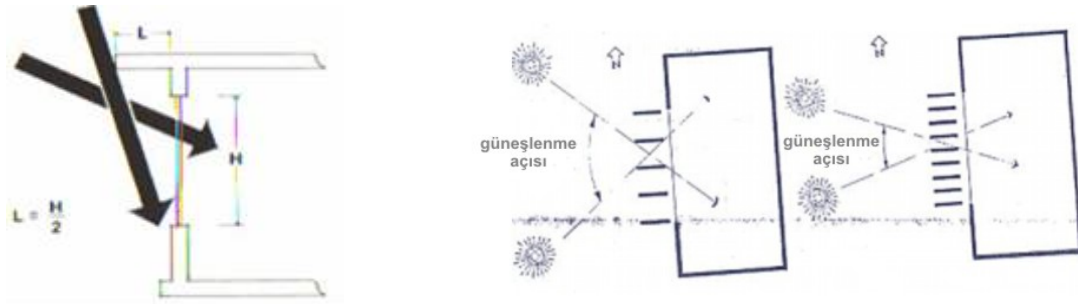
Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü içerisinde ısı depolayabilen malzemeler için geçerli olup, saydam bileşenlerin ısı depolama kapasiteleri ihmal edilecek düzeyde olduğundan bu bileşenler için geçerli değildir. Zaman geciktirmesi, bileşenin dış yüzeyindeki maksimum sıcaklığın olduğu saat ile iç yüzeyinde maksimum sıcaklığın olduğu saat arasındaki zaman farkı olarak tanımlanabilir. Genlik küçültme faktörü ise, bileşenin iç yüzeyindeki sıcaklık değişimi genliğinin, dış yüzeyindeki sıcaklık değişimi genliğine oranı olarak belirlenebilir. Yukarıda da ifade edildiği gibi opak bileşenler için geçerli olan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü bileşenin ısı depolama kapasitesinin, diğer bir deyişle ısıl kütle fonksiyonudur. Sıydam bileşenler için ise ısıl kütle ihmal edilebilecek kadar küçük olduğundan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü yok varsayılabilir.

Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı optik özellikleri olarak bilinen geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları saydam bileşenler için doğrudan ve yaygın güneş ışınımına karşı farklı değerler alırlar. Doğrudan ışınımına karşı saydam bileşenlerin optik özellikleri güneş ışınımının geliş açısına bağlı olarak değişir. Opak bileşenler için ise geçirgenlik söz konusu olmayıp, yutuculuk ve yansıtıcılığın doğrudan ve yaygın ışınım için farklı olmaksızın yüzeyin rengine bağlı olarak değiştiği varsayılır.

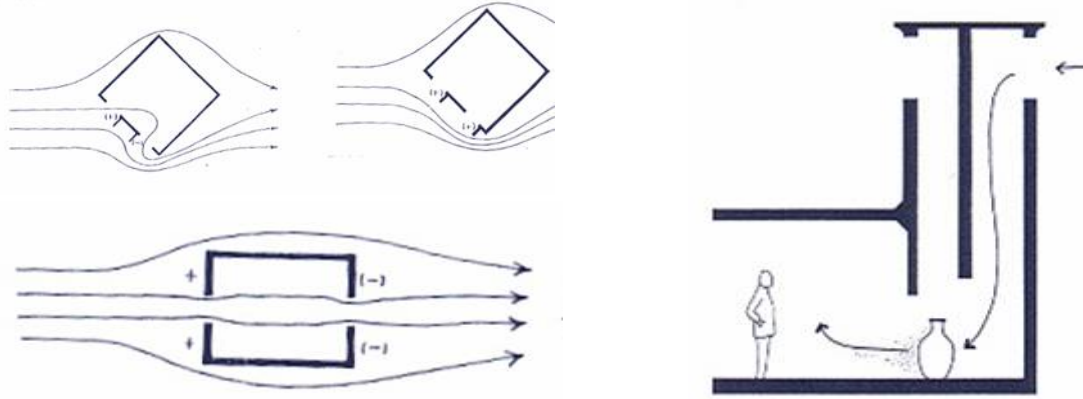
Bina kabuğu yukarıda sıralanan özelliklerine bağlı olarak dış çevre koşullarını değiştirerek iç çevreye aktaran ve bu şekilde iç çevre koşullarının oluşumunda rol oynayan en önemli tasarım parametresidir.

2.6. Güneş Kontrol ve Doğal Havalandırma Sistemleri

Binanın güneş ışınımı ve rüzgar gibi çevresel etkenlerden gerektiğinde yararlanabilmesi gerektiğinde korunabilmesi için yukarıda sıralanan tasarım değişkenlerinin yanı sıra bina kabuğu üzerinde güneş kontrolü ve doğal havalandırma sistemlerine gereksinim duyulabilir. Bina enerji giderlerini en az düzeyde tutabilmek için bu sistemlerin uygun yönlerde uygun biçim ve boyutlarda tasarlanmış olması gerekir. Şekil 6 de farklı yönler için güneş kontrol sistemlerine örnekler görülmektedir. Şekil 6 da ise doğal havalandırma sistemlerine şematik örnekler verilmiştir [3].



Şekil 6. Farklı Yönler için Uygun Güneş Kontrol Sistemlerine Örnek



Şekil 7. Doğal Havalandırma Sistemlerine Örnek

3. ENERJİ ETKİN AKILLI BİNA

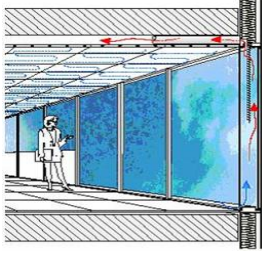
Enerji etkin akıllı binalar; pasif sistem olarak mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerine en az gereksinime duyacak şekilde tasarlanmış, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından gerektiğinde yararlanmak, gerektiğinde korunmak üzere kendi kendini ayarlayabilen, pasif sisteme ek olarak ısıtma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine gereksinim duyulduğu takdirde bu sistemlerin pasif sistem öğeleriyle eşgüdümlü olarak tasarlandığı ve işletildiği, işletim sisteminin otomatik olarak kontrol edildiği binalardır. Bu anlamdaki akıllı binaların en önemli bileşeni, pasif sistem olarak binanın enerji performansını etkileyen en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğudur. Bir binanın cephe maliyetinin toplam bina maliyeti içerisindeki payının %15-%40 arasında olmasına karşın, bina cephesinin bina işletim maliyeti üzerindeki etkisi %40 veya daha fazla olabilmektedir. O nedenle, son yıllarda fosil enerji kaynaklarının elde edilmesindeki sıkıntılar, bu kaynakların kullanılmasının yarattığı çevre sorunları, bir ülkedeki toplam enerjinin %40-50 gibi çok önemli payının binalarda kullanılıyor olması ve dolayısıyla binalarda enerji verimliliğinin önem kazanmasıyla birlikte, yapı ve malzeme teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak akıllı kabuk tasarımı gündeme gelmiştir. Akıllı kabuk, ülkemizde henüz akıllı bina tasarımında yeteri öneme kavuşmamış olmakla birlikte tüm dünyada akıllı bina tasarımının vazgeçilmez ögesi olarak kabul edilmektedir.

3.1. Akıllı Kabuk

Akıllı kabuk; tıpkı canlı derisi gibi kendisini ayarlayarak dış koşullara uyum sağlayan ve bu yolla bina içi çevrede ışık, ses, iklim ve hava kalitesi gibi kullanıcılar için vazgeçilmez ihtiyaçların sağlanmasında, dolayısıyla enerji harcamalarının azaltılıp kullanıcı konforunun yükseltilmesinde en önemli rolü oynayan yapı elemanlarıdır. Akıllı kabuklar en basit şekliyle doğal havalandırma ve güneş kontrol elemanlarının otomatik hareketiyle binanın havalandırma, klima ve aydınlatma enerjisi yüklerini en aza indirgeyen ve kullanıcı konforunu olabildiğince doğal yollarla sağlayan kabuklardır. Günümüzde enerji etkin akıllı binalarda sıklıkla kullanılan çift cidarlı cepheler bu konuda tasarımcılara geniş olanaklar sunmaktadır.

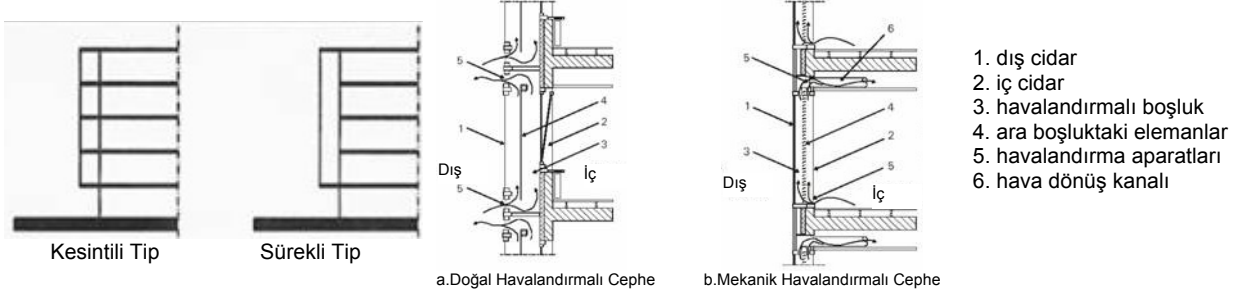
- **Çift Cidarlı Cepheler**

Çift cidarlı cepheler Şekil 8 de görüldüğü gibi genellikle birbirinden belirli uzaklıkta iki cam cepheden oluşur. İki cephe arasındaki boşluk iç mekanla dış mekan arasında bir tampon bölge oluşturarak enerji harcamalarının kontrol edilmesini kolaylaştırır.



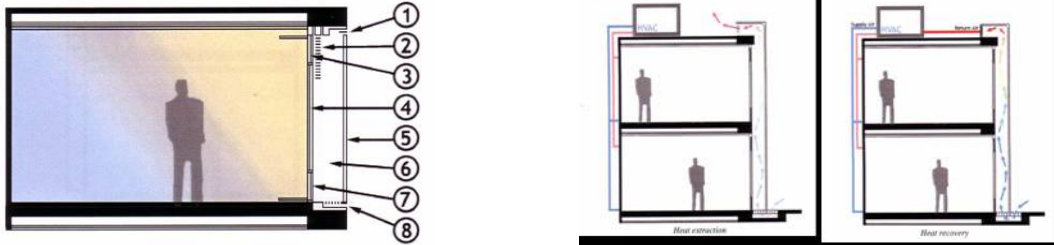
Şekil 8. Çift Cidarlı Cephe

Çok katlı binalarda cidarlar arasındaki boşluk her kat hizasında kesintili, ya da tüm katlar boyunca sürekli olabilir. Ara boşluğun doğal veya mekanik olarak havalandırılması durumuna göre de çift cidarlı cephe sınıflandırılabilir. Bu durum Şekil 9 da gösterilmiştir.

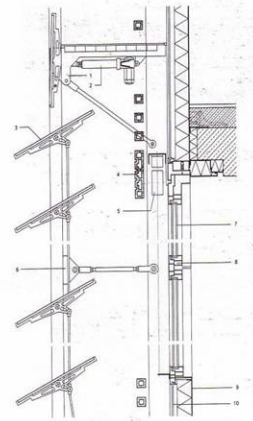


Şekil 9. Kesintili veya Sürekli, Doğal veya Mekanik Havalandırılmalı Çift Cidarlı Cephe

Çift cidarlı cephe aşırı ısınmayı veya aydınlatma açısından kamaşmayı önlemek üzere Şekil 10 da görüldüğü gibi güneş kontrol elemanlarıyla donatılabilir, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri kullanıcı konfor ihtiyacına göre otomatik olarak kontrol edilebilir ve çift cidar arasındaki hava kışın ısı geri kazanım sistemi için kullanılabilir [4]. Dünyada çok sayıda uygulaması bulunan çift cidarlı akıllı cephelere örnek olarak Berlin'deki Debis binası ve cephesi Şekil 11 de verilmiştir [4].



Şekil 10. Çift Cidarlı Cephe. Doğal Havalandırma, Güneş Kontrolü ve Isı Geri Kazanım Sistemi



Şekil 11. Berlin Debis Binası ve Çift Cidarlı Cephe Uygulaması

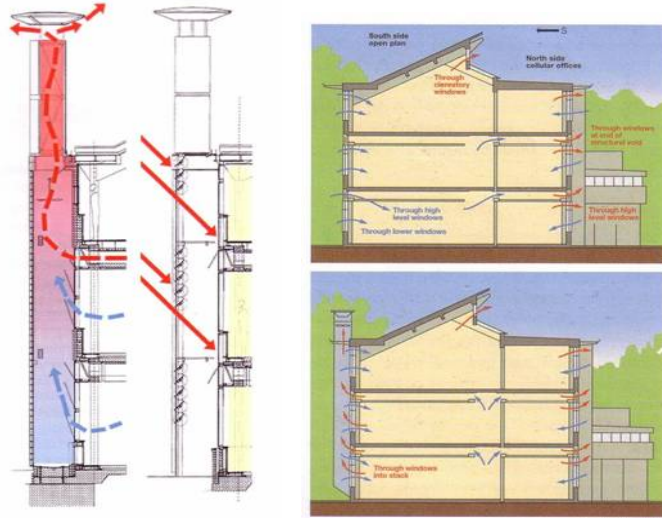
Bu binada otomatik kontrol sistemiyle hareket ettirilebilen cam gölgeleme araçları iç cephe üzerindeki rüzgar yükünü azaltmakta ve yağmuru tutmaktadır. Bu sayede iç cephedeki pencereler doğal havalandırma için kullanılabilir. Bu saydam güneş kontrol elemanları doğrudan güneş ışınımının içeriye girmesini engelleyerek kamaşma problemini ortadan kaldırmakta ve doğal aydınlatma yoluyla binanın aydınlatma enerjisi tasarrufuna çok önemli katkıda bulunmaktadır. Çift cidarlı cephelerin yanı sıra, cephe malzemelerinin iklim koşullarına uygun olarak değiştiği aktif cepheler de akıllı kabuk kavramında ele alınabilir.

• Aktif Cepheler

Aktif cepheler, cephedeki pencereler ve gölgeleme araçlarının ısısal ve optik özelliklerinin iklim koşulları, kullanıcı tercihleri ve bina enerji yönetim sistemlerinin ihtiyaçlarına göre otomatik olarak değişebildiği cephelerdir. Bunlar, otomatik kontrol ile pozisyonu değişen gölgeleme elemanlarının, optik özellikleri güneş ışınımına göre değişebilen kaplamalı camların, elektrik enerjisi üretmek üzere PV panellerinin cephe kaplaması ya da gölgeleme elemanı olarak kullanıldığı cephelerdir. Bu tür cephelere örnek olarak Şekil 12 de hem çift cidarlı cephesi, hem de foto-voltaik (PV) cephe kaplamaları bulunan "Building Research Establishment" ofis binası verilmiştir [4].



Şekil 12. Building Research Establishment Ofis Binası



Bu binanın doğal havalandırılması kullanıcılar tarafından da kontrol edilebilen pencerelerle sağlanmaktadır. Normal pencerelerle doğal havalandırmaya ek olarak güney cephesine yerleştirilen havalandırma bacalarının dış cepheleri cam bloklarla yapılarak güneşin baca etkisini artırmasından yararlanılmıştır. Cephelerdeki yarı saydam güneş kontrol elemanları, iç mekanlarda yeterli gün ışığı sağlarken doğrudan güneş ışınımından ısı kazancını önlemektedir. Güney cephesinde 47 m² alan 1.5kW'a kadar elektrik üretebilen PV paneller ile kaplanmıştır. Şekil 13 de ise PV panellerin güneş kontrol elemanı olarak kullanılmasına örnekler görülmektedir [4].



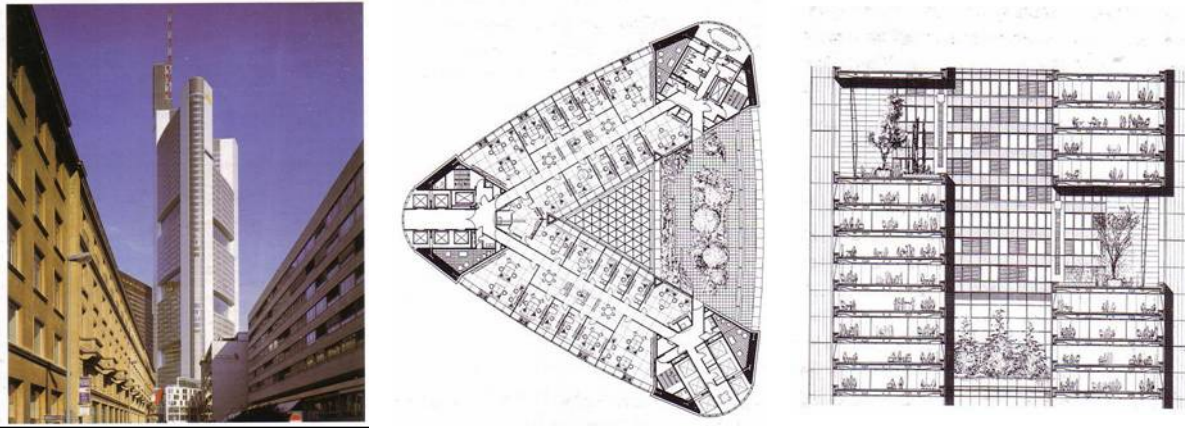
Şekil 13. Güneş Kontrol Elemanı ve Cephe Kaplaması Olarak PV Paneller

4. AKILLI BİNA ÖRNEKLERİ

Dünyada akıllı pasif sistem olarak güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum düzeyde yararlanan ve bu sayede binanın ısıtma, klima, havalandırma ve aydınlatma enerjisi yüklerini en aza indiren, PV panellerini gölgeleme aracı, cephe ve çatı kaplaması olarak kullanarak elektrik enerjisi üreten çok sayıda bina örneği vardır. Bu binalardan Frankfurt Commerzbank Genel Müdürlük Binası örnek olarak verilmiştir. Ülkemizdeki akıllı bina kavramına uygun olarak inşa edilmiş ve enerji harcamaları ileri teknolojik enerji yönetim sistemleriyle kontrol edilmekte olan İstanbul İş Kuleleri'nin enerji performansı ile ilgili bir çalışmanın sonuçlarına da bu bağlamda kısaca değinilmiştir.

4.1. Frankfurt Commerzbank Genel Müdürlük Binası

Tepesindeki anteni ile birlikte yapıldığı tarihte Avrupa'nın en yüksek binası olan bu Norman Foster binasında doğal havalandırma sistemi esas alınmış, mekanik havalandırma sisteminin sadece uç koşullarda devreye gireceği düşünülmüştür. Doğal havalandırma şekil 14'de görüldüğü gibi çift cidarlı cephe ya da kış bahçeleri ve iç avlu aracılığıyla olmaktadır [5]. Çift cidarlı cephenin iç cidarındaki pencereler ve iç avlu pencereleri merkezi bina yönetim sistemiyle, ya da duvarlara monte edilmiş kumandalarla kullanıcılar tarafından kontrol edilebilmektedir.



Şekil 14. Commerzbank Genel Müdürlük Binası

İç mekanda istenmeyen koşullar oluştuğunda bu pencereler merkezi sistem tarafından kapatılmakta ve HVAC sistem otomatik olarak devreye girmektedir.

Ofis mekanlarındaki aydınlatma gün ışığı miktarına ve mekanın kullanımına göre otomatik olarak ayarlanmaktadır. Koridor ve ofis mekanlarının aydınlatması hareket duyurgalarıyla aktif olmaktadır. Her pencerede motorla hareket edebilen güneş kontrol elemanları bulunmaktadır.

İç ısı kaynaklarının fazlalığı ve bina kabuğunun iyi yalıtılmış olması nedeniyle dış hava sıcaklığı 0°C olsa bile ısıtma sistemine seyrek olarak gereksinim duyulmaktadır. Pasif güneş enerjisi sistemi olarak çalışan çift cidar arasındaki hava mekanların ısınmasına katkıda bulunurken havalandırma havasının ön ısıtılmasında da kullanılmaktadır. Bu şekilde, iç avlu cephesi ve dış cepheler boyunca yerleştirilmiş olan ısıtıcı konvektörlere toplam işletme süresinin %17'si kadar bir süre ihtiyaç duyulmaktadır.

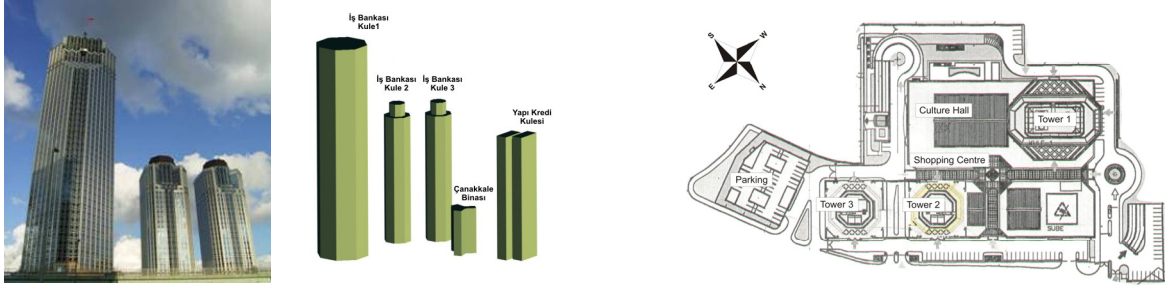
Katların arasına üçgen planın bir koluna yerleştirilen bahçeler 4 katta bir planın diğer kollarındaki ofislere doğal iklimsel, görsel ve sosyal mekanlar sunmaktadır. Üçgenin her bir kolunda üçer adet toplam 9 adet olan bu bahçeler, belirli aralıklarla cam döşemeyle bölünmüş ve bu sayede yangın ve havalandırma bölgelerini ayıran, toplam 200 m yüksekliğindeki iç avlu ile bağlantılıdır. Bahçelerin dış cepheleri ise cam ile çevrelenmiştir. Bu şekilde kışın sera gibi çalışan bahçeler iç avlunun ve dolayısıyla binanın güneş enerjisinin ısıtıcı etkisinden yararlanmasına katkıda bulunmaktadır. Yazın bu camların üst bölümleri açılarak iç avlu ve dolayısıyla ofis mekanları havalandırılabilir.

Tüm ofis binalarında olduğu gibi bu binada da soğutma yükleri diğerlerine göre çok daha önemlidir. Merkezi bina yönetim sistemi pencereleri açarak binanın gece soğutulmasını sağlamaktadır. Lokal soğutma sistemi sulu tavan soğutma sistemidir. Soğutma suyu absorpsiyonlu soğutma santralinde elde edilmektedir. Bu aktif soğutma sistemine kullanım periyodunun sadece 1/4'lük diliminde ihtiyaç duyulacağı öngörülmüştür.

Pasif sistemle bütünleşmiş otomasyon sistemlerini içeren bu binada geleneksel binalara göre %25-30 enerji tasarruf edilmektedir.

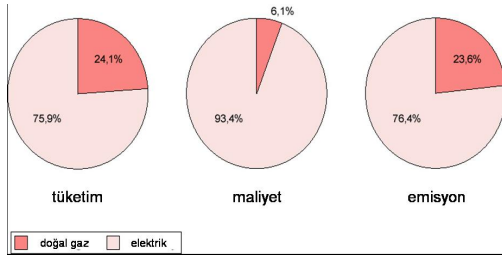
4.2 İstanbul İş Kuleleri

Ülkemizde ileri teknolojik sistemlerle yönetilmekte olan binalara örnek olarak İş Kuleleri'nden Kule 2 enerji performansı açısından değerlendirilmiştir [6]. Binanın enerji performansının simülasyonu için gerekli bina ve binanın enerji harcamalarına ilişkin tüm bilgiler İş Merkezleri Yönetimi'nde Sayın Tuncer Kınıklı tarafından temin edilmiştir [7]. Görünüşü ve yerleşim planı Şekil 15'de görülen ve yüksekliği 113m olan 28 katlı bu binanın toplam döşeme alanı 29,271m² olup açık ofis plan tipinde tasarlanmıştır. Toplam 11,725m² olan kabuk alanında saydamlık oranı %48.8 olup, cam kısımların ısı geçirme katsayısı 1.8 W/m². K, alüminyum kısımların ısı geçirme katsayısı ise 0.46 W/m². K' dir.

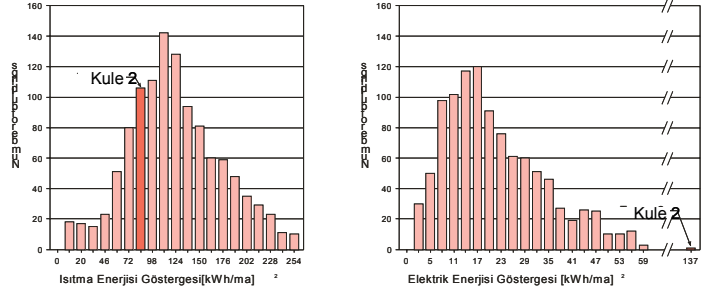


Şekil 15. İş Kuleleri, Güney Doğu' dan Görünüşü ve Yerleşim planı

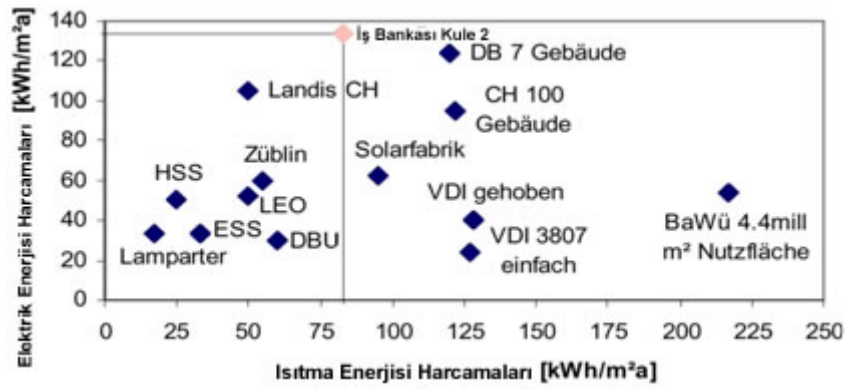
Doğal gaz ile çalışmakta olan binanın ısıtma sistemi, iç ortam sıcaklığını 22°C, bağıl nemliliğini ise maksimum %40'da tutmak üzere otomatik olarak kontrol edilmektedir. Soğutma sistemi için bu sıcaklık ve nem değerleri 24.5°C ve %50'dir. Havalandırma ünitesi ise, geri dönüş havasının CO₂ miktarı kabul edilebilir düzeyde ise %50'e kadar geri dönüş havasını dış hava ile karıştırarak mekanlara geri vermek üzere tasarlanmıştır. Aydınlatma tamamen yapma aydınlatma sistemi ile sağlanmaktadır. Aydınlatma sisteminden ısı kazançlarını azaltmak üzere soğutma sisteminin geri dönüş havası aydınlatma aygıtların geçirilerek toplam sistemden gelecek soğutma yükleri %36 düzeyinde azaltılmıştır. Yine soğutma yüklerinin azaltılması amacıyla, doğrudan güneş ışınımı geçirgenliği %11, gölgeleme katsayısı %23 ve gün ışığı geçirgenliği %16 olan kaplamalı camlar kullanılmıştır. Bu binanın verileri kullanılarak ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi açısından performansı değerlendirilmiş, değerlendirme için kullanılan simülasyon modelleri binanın gerçek enerji harcamalarına göre, özellikle iç yükler açısından revize edilerek sonuçlara ulaşılmıştır. Şekil 16'da ısıtma için harcanan doğal gaz ile soğutma, aydınlatma ve bilgisayar gibi faaliyetler için harcanan elektrik enerjisi miktarlarının tüketim, maliyet ve emisyon açısından birbirlerine oranları görülmektedir. Şekil 17'de ise Kule 2'nin dünyadaki örneklerle ısıtma ve elektrik enerjisi açısından karşılaştırılmasının istatistiksel sonucu görülmektedir. Şekil 18'de ise binanın ısıtma ve elektrik enerjisi harcamaları açısından dünyadaki düşük enerjili ofis binaları arasındaki yeri görülmektedir.



Şekil 16. Kule İki için Doğal Gaz ve Elektrik Tüketim, Maliyet ve Emisyon



Şekil 17. Isıtma Elektrik Enerjisi Harcamaları Açısından Dünyadaki Örneklerle Kule İki'nin İstatistiksel Karşılaştırılması



Şekil 18. Kule İki'nin Isıtma ve Elektrik Enerjisi Harcamaları Açısından Düşük Enerjili Binalar Arasındaki yeri

Bu sonuçlardan görüldüğü gibi ileri ve oldukça yüksek maliyetli bina yönetim sistemiyle enerji yönetimi yapılan İş Merkezi Kule İki' de binanın ısıtma enerjisi tasarrufu açısından performansı benzer binalara göre oldukça iyi iken elektrik enerjisi harcamaları yüzünden enerji etkin binalar arasında kötü bir sıraya düşmektedir. Yapılan detaylı analizde elektrik enerjisi harcamalarının çok önemli bir bölümünün aydınlatma ve bilgisayar sistemi tarafından kullanıldığı görülmektedir. Soğutma yüklerini düşürmek amacıyla doğrudan güneş ışınımı almayan yönlerde dahi ışınım ve ışık geçirgenliği düşük camların kullanılmış olması ve aydınlatma sisteminin gün ışığına ve kullanıma duyarlı olarak kontrol edilmemesi bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla tasarım aşamasından itibaren, bina malzemelerinin bilinçli seçilmesi dahil akıllı bina kavramı bütüncül olarak ele alınmadığı için oldukça gelişmiş enerji yönetim sisteminin bulunduğu bu bina, özellikle elektrik enerjisi harcamaları açısından olabileceğinin altında bir enerji performansı sergilemektedir.

5. SONUÇ

Akıllı binanın en önemli hedefi binalarda enerji verimliliğini artırmak ve kullanıcı konforunu mümkün olan en az enerji harcamasıyla en üst düzeyde ve sağlıklı yollarla sağlamak olduğuna göre; bu hedefe ulaşmak için yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum düzeyde yararlanmak gerektiğinin ve ülkemizde algılandığı gibi akıllı binanın sadece otomasyon sistemlerinden ibaret olmadığını bilincine varmak binalarda enerji yönetiminin iyileştirilmesi için gerekli olan ilk ve en önemli adımdır.

Ülkemiz gibi güneş enerjisi açısından yeterli potansiyele sahip bir yörede, güneşin ve rüzgarın istenen etkilerinden yararlanmak ve istenmeyen etkilerinden korunmak üzere, bütün tasarım parametreleri, özellikle de bina kabuğu çevre etkilerine göre kendini ayarlayabilecek şekilde tasarlanmış pasif sistemler ve bu pasif sistem öğeleriyle uyumlu çalışabilecek mekanik, elektrik-elektronik ve otomasyon sistemlerinin var olduğu binalar gerçek akıllı binalar olarak kabul edilebilir. Aksi takdirde akıllı bina olarak tanımlanan, ileri teknolojik sistemlerle enerji yönetimi otomatik olarak kontrol edilen binalar, yukarıdaki örneklerden de görüldüğü gibi gösterebilecekleri enerji performansının çok altında performans gösterebilirler. Ayrıca bu tür binalarda doğal yollardan yeteri kadar yararlanılmadığı için kullanıcı konforu açısından sağlıklı koşullar ortaya çıkabilir.

Sonuç olarak denilebilir ki; gerçek akıllı bina mimari tasarımının ilk aşamasından itibaren enerji yönetimi problemleri düşünülmüş ve mekanik, elektrik-elektronik ve otomasyon sistemleriyle pasif sistemin bütün öğeleri uyumlu çalışabilen binadır.

KAYNAKLAR

- [1] MOORE, F., Environmental Control Systems, New York, McGraw-Hill Inc., 1993.
- [2] BERKÖZ, E. ve diğerleri, Enerji Etkin Konut ve yerleşme Dizaynı, TÜBİTAK Araştırma Raporu, 1995
- [3] LEHNER, N., Heating, Cooling, Lighting, New York, John Wiley & Sons, 1991.
- [4] European Solar Architecture (Proceedings of a Solar House Contractors' Meetings), Dublin, ERG-UCD, 1995.
- [5] Wigginton, M. ve Harris, J., Intelligent Skins, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002.
- [6] Kınıklı, T., Binaların Enerji Performanslarının Bina İşletme Teknolojileri ile Hesaplanması ve Artırılması, VI. International HVAC+R Technology Symposium, İstanbul, 2004.
- [7] Sohmer, M., Communal Energy Management, Master Thesis, İTÜ-Stuttgart University Applied Science (advisors: Z.Yılmaz-Ursula Eicker), 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Zerrin YILMAZ

1979 yılından beri İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi'nde görev yapmakta olan, 1983-1984 yılları arasında Lawrence Berkeley Laboratory Passive Solar Group ile çalışan ve 1993 yılından beri İTÜ de aynı birimde görevini profesör olarak sürdüren Zerrin Yılmaz'ın enerji etkin tasarım, iklimsel konfor, binalarda güneş enerjisi kullanımı ve yoğunlaşma kontrolü konularında ulusal ve uluslar arası 60 dan fazla yayını, biri halen devam etmekte olan ulusal ve uluslar arası araştırmaları, yürüttüğü yüksek lisans ve doktora tezleri ve bu alanlarda uygulamaları bulunmaktadır.