

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DA MEVCUT BİR BÜRO YAPISININ ENERJİ ETKİN
YENİLEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Özgecan KARACA**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DA MEVCUT BİR BÜRO YAPISININ ENERJİ ETKİN
YENİLEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Özgecan KARACA
(502061726)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER (İ.T.Ü.)
Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK (Y.T.Ü)**

HAZİRAN 2011

***Bu tezi benden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen sevgili annem Güzin Karaca
ve babam Haldun Karaca'ya adarım.***

ÖNSÖZ

Bu çalışma, mevcut büro binalarında enerji giderlerini azaltmak için yapılabilecek enerji etkin yenileme seçeneklerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, İstanbul'da yer alan bir büro binasının enerji etkin geliştirilmesi için öneriler sunulmuştur.

Çalışmalarım boyunca, destek ve yardımları için tez danışmanın Prof. Dr. Gül Koçlar Oral'a, anlayış, hoşgörü ve yardımlarından dolayı Doç. Dr. Alpin Köknel Yener ve Prof. Dr. Gülay Zorer Gedik ve tüm destekleri için aileme teşekkür ederim.

HAZİRAN 2011

Özgecan Karaca
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. BÜRO BİNALARINDA ENERJİ ETKİNLİĞİ	9
2.1 Enerji etkinliği	9
2.1.1 Türkiyede enerji verimliliğine ilişkin politikalar	12
2.1.2 Yasal düzenlemeler	15
2.1.3 Bina enerji performansı yönetmeliğinin mimarlık disiplini açısından incelemesi	16
2.2 Büro Binaları ve Enerji İlişkisi	23
2.2.1 Mimaride ısı konfor tanımı	25
2.2.2 Mimaride görsel konfor tanımı	27
2.2.3 İç Mekan Hava Kalitesi IAQ (Indoor Air Quality)	28
2.3 Büro Binalarında Enerji Etkinliğinin Önemi	29
3. MEVCUT BÜRO BİNALARININ ENERJİ ETKİN YENİLENMESİ	33
3.1 Yenilemenin Tanımı Ve Genel Bilgiler	33
3.1.1 Yenilemenin amaçları	35
3.1.2 Bütünleşik bir stratejinin önemi	36
3.2 Mekan Isıtması	39
3.2.1 Strateji	39
3.2.2 Alan ısıtması ihtiyacının azaltılması	40
3.2.3 Ofislerin ısıtılması için güneş enerjisinin kullanılması	43
3.2.4 Ön yardımcı ısıtma	44
3.3 Havalandırma	45
3.3.2 Kirlilik kaynaklarının azaltılması	45
3.3.3 Yerel hava kirliliğinin temizlenmesi	46
3.3.4 Doğal havalandırma	46
3.3.5 Mekanik havalandırma	48
3.4 Aşırı Isınmanın Engellenmesi Ve Soğutmanın Sağlanması	50
3.4.1 Strateji	50
3.4.2 Isı kazançlarının azaltılması	51
3.4.3 Doğal havalandırma ısı kütle ve arttırılmış hava hareketleri ile pasif soğutma	52
3.4.5 Soğuk tavan	54

3.5 Aydınlatma	56
3.5.1 Strateji	56
3.5.2 Gün ışığı alınınının optimize edilmesi	56
3.5.3 İç mekânda en yüksek seviyede gün ışığı dağılımının sağlanması	58
3.5.5 Enerji etkin yapay aydınlatma	60
3.5.6 Yapay aydınlatma kontrolü	62
4. ENERJİ ETKİN YENİLENMİŞ BÜRO BİNASI ÖRNEKLERİ.....	65
4.1 Postbank Binası Berlin Almanya.....	65
4.2 Le Reclamier Lyon Fransa	74
5. UYGULAMA ÇALIŞMASI	81
5.1 Çalışmanın Adımları	81
5.1.1 Büro binasına ilişkin verilerin toplanması ve simülasyon programında tanımlanması	81
5.1.2 Büro binasının mevcut durumdaki enerji giderleri ve CO ₂ emisyonu hesaplanması	82
5.1.3 Büro binasının enerji tüketimini ve CO ₂ emisyonunu azaltmak için alternatif senaryolar geliştirilmesi ve bu senaryoların simülasyon programı aracılığıyla uygulanarak hesaplanması	82
5.1.4 Uygulanan senaryoların sonuçlarının karşılaştırılması	83
5.2 Belirlenen Adımların Seçilen Büro Binası için Uygulanması.....	83
5.2.1 Büro binasına ilişkin verilerin toplanması ve simülasyon programında tanımlanması	83
5.2.2 Büro binasının mevcut durumdaki enerji giderleri ve CO ₂ emisyonu hesaplanması	94
5.2.3 Büro binasının enerji tüketimini ve CO ₂ emisyonunu azaltmak için alternatif senaryolar geliştirilmesi ve bu senaryoların simülasyon programı aracılığıyla uygulanarak hesaplanması	95
5.2.3.1 SENARYO 1 /S1: Opak bileşenlerde yapılan yenileme	96
5.2.3.2 SENARYO 2 /S2: S1 + saydam bileşende yapılan yenileme	99
5.2.3.3 SENARYO 3 /S3: S1 + S2+ güneş kontrolü	101
5.2.3.4 SENARYO 4 /S4: S1 + S2+ S3+ saydamlık oranının azaltılması.	104
5.2.3.5 SENARYO 5 /S5: S1 + S2+ S3+ S4+HVAC sistem alternatifi	107
5.3 Uygulanan senaryoların sonuçlarının karşılaştırılması değerlendirilmesi ...	109
6. SONUÇ	111
KAYNAKLAR.....	115

KISALTMALAR

AIC	: Akaike Information Criteria
ANN	: Artificial Neural Network
App	: Appendix
BP	: Backpropagation
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers
DiE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
EİE	: Elektrik İşleri Etüt idaresi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEP	: Tonne Equivalent Petrole
IEA	: International Energy Agency
IAQ	: Indoor Air Quality (iç mekân hava kalitesi)
OECD	: Organization For Economic Co-operatin And Development
ENVER	: Enerji Verimliliği
UETM	: Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi
IE	: Intelligent Energy
COMFIE	: Calcul d'Ouvrages Multizones Fix une Interface Experte
AB	: Avrupa Birliği
JICA	: Japan International Cooperation Agency
KfW	: Kreditanstalt fur Wiederaufbau
ERBD	: European Bank for Reconstruction and Development
GEF	: Global Environmental Facility
EIB	: European Investment Bank
PV	: Photo Voltaic
LCA	: Life Cycle Analysis
LCC	: Life Cycle Cost
NPV	: Net Present Value
DOE	: Department Of Energy
BLAST	: Building Loads Analysis and System Thermodynamics
ANN	: Artificial Neural Network
TMY	: Typical Meteorological Year
WYEC	: Weather Year For Energy Calculations
EPW	: EnergyPlus Weather File
IWEC	: International Weather Year For Energy Calculation
DATSAV	: Soil and Water Assessment Tool

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: Türkiye'de enerji arz talebinin gelişimi	04
Şekil 1.2	: Türkiye'de kullanım amacına göre bina tiplerinin yapı stoku içinde Dağılımı.....	04
Şekil 1.3	: Türkiye’de enerji kullanımının sektörler arası dağılımı.....	05
Şekil 1.4	: Türkiye’de binalarda enerji tüketiminin enerji kaynakları dağılımı	05
Şekil 2.1	: Ülkelere göre kişi başına gayri safi milli hâsıla ve kişi başına enerji tüketimi grafiği.....	11
Şekil 2.2	: Binalar için düzenlenecek olan enerji kimlik belgesi	20
Şekil 2.3	: Yanlış parıltı dağılımı kaynaklı kamaşma problemi	28
Şekil 2.4	: Türkiye’de 2006 yılında tüketilen enerjinin sektörler arası dağılımı.....	30
Şekil 2.5	: Standart ofis tiplerinin iyi tasarlanmış veya yenilenmiş ofis tiplerine göre enerji tüketimlerinin karşılaştırılması	31
Şekil 3.1	: Bütünleşik enerji etkin yenileme stratejisi şeması	36
Şekil 3.2	: Önerilen çok kriterli analizin bir İsviçre binası için ağırlıklı şeması	39
Şekil 3.3	: Rüzgâr yönü ve baca etkisi hava akımı yönleri aynı olma ve zıt olma durumları	47
Şekil 3.4	: Yer değiştirmeye dayalı havalandırma sistemleri prensip şeması	50
Şekil 3.5	: Hollanda Enschede vergi bürosundan bir soğut tavan paneli örneği	55
Şekil 3.6	: Özel jalûzi sistemi örneği kesit ve görünüşü.....	59
Şekil 3.7	: Jalûzi sistemi aydınlık düzeyine etkileri	59
Şekil 3.8	: Yansıtıcı tavan panelleri.....	60
Şekil 3.9	: Özel jalûziler + yapay aydınlatma + yansıtıcı tavan panellerinin gece ve gündüz işleyiş şeması.....	60
Şekil 4.1	: Postbank binasının Plan, Kesit ve Görünüşü	66
Şekil 4.2	: Temel durum senaryo 1 aylık enerji kıyaslaması grafiği	68
Şekil 4.3	: Temel durum senaryo 2 aylık enerji kıyaslaması grafiği	69
Şekil 4.4	: Temel durum senaryo 3 aylık enerji kıyaslaması grafiği	70
Şekil 4.5	: Temel durum senaryo 4 aylık enerji kıyaslaması grafiği	71
Şekil 4.6	: Temel durum senaryo 5, aylık enerji kıyaslaması grafiği	72
Şekil 4.7	: Le Recaimer görünüşleri	75
Şekil 4.8	: Le Recaimer kesitleri	75
Şekil 4.9	: Le Recaimer normal kat planı	76
Şekil 4.10	: Le Recaimer Enerji Performansı Ve Enerji Tüketimi Dağılımı Grafikleri	77
Şekil 5.1	: Ataşehir binasının kuzey ve güney cephesi fotoğrafları	84
Şekil 5.2	: Ataşehir ofis bloğu zemin kat planı	85
Şekil 5.3	: Ataşehir ofis bloğu normal kat planı	86
Şekil 5.4	: Ataşehir projesi perde duvar detay kesiti	87
Şekil 5.5	: Ataşehir projesi alüminyum giydirme cephe düşey profil detay kesiti... ..	88
Şekil 5.6	: Ataşehir projesi alüminyum giydirme cephe yatay profil detay kesiti....	89
Şekil 5.7	: Ataşehir ofis bloğu zemin kat planı	90
Şekil 5.8	: Ataşehir ofis bloğu normal kat planı	91

Şekil 5.9 : Ataşehir binasının Design Builder da modellenmesi	92
Şekil 5.10 : Ataşehir binasının Design Builder da modellendikten sonra simülasyon için sadeleştirilerek modellenmesi	93
Şekil 5.11 : Ataşehir binasının orijinal hali ile yıllık enerji tüketimi enerji çeşit ve harcadığı alana göre dağılımı	94
Şekil 5.12 : Ataşehir binasının orijinal hali ile yıllık toplam enerji tüketimi	95
Şekil 5.13 : Geliştirilmiş duvar kesiti	97
Şekil 5.14 : Senaryo 1'in uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.	97
Şekil 5.15 : Senaryo 1'in uygulanması sonucunda aylık toplam enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması	98
Şekil 5.16 : Senaryo 1'den sonra yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması	98
Şekil 5.17 : Senaryo 2'de kullanılması önerilen alüminyum doğrama detayı.....	99
Şekil 5.18 : Senaryo 2'den sonra yıllık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.....	100
Şekil 5.19 : Senaryo 2'nin uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.....	100
Şekil 5.20 : Senaryo 2'nin uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.	101
Şekil 5.21 : Senaryo 3 ile önerilen sabit güneş kontrol elemanları	102
Şekil 5.22 : Senaryo 3'ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.....	103
Şekil 5.23 : Senaryo 3'ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.....	103
Şekil 5.24 : Senaryo 3'ün uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.	104
Şekil 5.25 : Senaryo 4'de önerilen saydamlık oranının azaltılmasının cepheler üzerinde görsel etkisi.....	105
Şekil 5.26 : Senaryo 4'ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.....	106
Şekil 5.27 : Senaryo 4'ün uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması	106
Şekil 5.28 : Senaryo 4'ün uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması	107
Şekil 5.29 : Senaryo 5'in uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.....	108
Şekil 5.30 : Senaryo 5'in uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması	108
Şekil 5.31 : Senaryo 5'in uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması	109

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Postbank cephe yapı elemanları U değerleri	67
Çizelge 4.2 : Postbank ara kat döşemeleri U değerleri	67
Çizelge 4.3 : Le Recaimer cephe duvarları U değeri.....	77
Çizelge 5.1 : İyileştirme senaryolarının sağladığı yıllık enerji giderleri	112
Çizelge 5.2 : İyileştirme alternatifleri ile sağlanan enerji tasarrufu (%).....	112

İSTANBULDA MEVCUT BİR BÜRO YAPISININ ENERJİ ETKİN YENİLENMESİ

ÖZET

Hızla artan dünya nüfusu, bununla beraber büyüyen küresel endüstri ve iş piyasalarına bağlı olarak giderek artan enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkileri son yıllarda göz ardı edilemeyecek boyutlara ulaşmıştır. Bu durumun en önemli nedenleri, enerji tüketiminde dünya tüketim kültürü ile paralellikte değişen alışkanlıklar, yanlış yaklaşımlar ve üretimde yenilenebilir ve çevre dostu kaynakların kullanılmamasıdır.

Türkiye, güneş, rüzgâr gibi sürdürülebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülke olmasına rağmen bu kaynakları doğru bir şekilde kullanamadığından enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı bir ülkedir. Diğer taraftan ülkemizde enerjinin önemli bir oranının bina ve hizmetler sektöründe tüketildiği bilinmektedir.

Enerji türleri içerisinde elektrik enerjisinin maliyeti oldukça yüksektir. Bu nedenle elektriğin tüketimi konusuna önem vermek gerekir. Enerji maliyetlerinin ve enerjiye olan talebin artması, enerji tasarrufunu zorunlu hale getirmiştir.

Enerji ihtiyacının % 62'sini ithal etmek zorunda olan ve fosil yakıt kullanarak elektrik enerjisine dönüşüm sağlayan santrallerin toplam veriminin % 30 olduğu ülkemizde enerjinin verimli kullanımının önemi açıkça görülmektedir.

Türkiye’ de enerji kullanımının önemli bir kısmını büro yapılarında kullanılan enerji oluşturmaktadır. Bunlar dikkate alındığında, büro yapılarında enerjinin etkin kullanılmasının Türkiye için oldukça önemli bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’deki mevcut büro binası stokunun enerji etkinliğinin düşük olduğu da göz önünde bulundurulursa, mevcut büro binalarında enerji kullanımını azaltmanın gerekli olduğu açıktır.

Enerjinin etkin kullanımını ve israfının engellenmesini amaçlayan 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanununun yürürlüğe girmesi ile ilk etapta asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren enerji kimlik belgesinin düzenlenmesi zorunlu hale gelecek ve ikinci etapta, enerji verimliliğini artırıcı önlemlerin alınmasına ve kullanılan enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Büro yapılarında kullanılan enerjiyi azaltmak için izlenecek yol, enerji kayıplarının olduğu bölge ve etkenlerin analiz edilip büro binasının enerji ihtiyacını en aza indirmek, kullanılan enerjinin verimliliğini artırmak ve mümkün olduğunca sürdürülebilir enerji kaynağı kullanımını destekleyici sistemler kurmak olacaktır.

Bu yollar, belirli bir ilk yatırım maliyeti gerektirirken, kullanıcıya enerji tasarrufu sağlayarak enerji giderlerini azaltır.

Bina kabuğu, binanın dış çevreyle arasındaki cidar olması sebebiyle yapılardaki enerji kayıplarında en önemli elemandır. Bu nedenle ilk adım olan enerji kayıplarını ve ihtiyaçlarını azaltmak adına Mimarlık disiplini kapsamında yenileme önerileri geliştirilebilecek öncelikli yapı elemanı bina kabuğudur. Bir sonraki aşamada mimari öneriler geliştirilebilecek konular iç planlama ve malzeme seçimleridir. Ayrıca, enerji ihtiyaçlarının daha verimli bir şekilde karşılanabilmesi için uzman mühendis ekipler danışmanlığında seçilecek en verimli aktif sistemlerin getireceği veya mevcut sistemlerin verimini arttırıcı önerilerin getireceği mimari değişiklik ihtiyaçları söz konusu olacaktır. Bütün bunlardan yola çıkarak, bu çalışmada bina kabuğunun enerji etkin yenilenmesi ve daha verimli pasif ve mekanik sistem alternatiflerinin entegre edilmesi önerilmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada İstanbul'da mevcut bir büro binası için geliştirilen enerji etkin yenileme senaryolarının enerji simülasyon aracı kullanarak mevcut binaya uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bu iyileştirmelerin, büro binası enerji tüketimine olan etkilerinin değerlendirilmesinde, EnergyPlus programı için veri girdi dosyasının yaratılmasında kullanıcı kolaylığı için geliştirilmiş görsel ara yüz programı olan Design Builder adlı programdan yararlanılmıştır.

Geliştirilen senaryoların tümünün uygulanması sonucunda; toplam yıllık CO₂ salımı % 54 azalmış, Soğutma enerjisinde %66,5 ısıtma enerjisinde %79 tasarruf sağlanmış, toplam yıllık enerjide %50 tasarruf sağlanabilmiştir.

A CASE STUDY ON THE ENERGY EFFICIENT RETROFITTING OF AN EXISTING OFFICE BUILDING IN ISTANBUL

SUMMARY

Rapidly increasing world population, growing global industry, business markets, rising energy demand caused by these factors and the negative effects of the growing energy production on the natural environment in the recent years has reached levels that cannot be ignored. The change in energy consumption in parallel to the change in world consumption culture and habits, wrong approaches to the issue and the minor utilization of renewable sources in the energy production are the main causes of these negative effects to the environment.

Turkey is a country dependent on foreign energy sources; however, it is rich in sustainable energy sources such as solar energy and wind. According to 1999 data, important portion of the electricity used, such as 47%, was consumed in the building and the services sector.

The cost of electricity is very high in energy types. Therefore, electricity must be consumed with greater caution. Energy efficiency has become mandatory by the increase in energy costs and energy demand.

In our country where 62% of energy demand is imported and the efficiency of the fossil fuel conversion based electricity power plants is 30%, the importance of efficient use of energy is clear.

A significant amount of Turkey's energy usage is in office buildings.

These factors taken into account, the effective use of energy in office buildings emerges as a very important issue for Turkey.

Considering the fact that the energy efficiency of existing office building stock in Turkey is very low, the importance and the necessity of lowering the energy consumption in the existing office buildings becomes obvious. With the validation of the law numbered 5627, which aims the efficient use of energy and prevention of waste, the issue of Energy identity cards containing the information on the buildings minimum energy demand and energy consumption classification, the insulation properties, and the efficiency of heating and/or cooling system, will be mandatory. As a second stage of the concerned law, studies on the measures of further enhancing the efficient use of energy on the building and the ways of procurement of energy from renewable sources will be conducted.

Path to be followed to reduce the energy used in office buildings is through analyzing the factors and the zones that the energy losses occur, minimizing the energy demand by cutting down the losses, improving the efficiency. While these methods require a certain initial investment cost, they create savings on energy costs to the user by cutting down the energy consumption.

Building envelope can be concerned as the interface for the energy losses as being the membrane between the building and the external environment. Therefore, for the first step that is decreasing the energy losses and demands, the first and the main point of intervention that can be done within the Architectural discipline is on the building envelope. The subjects at the next level of architectural intervention can be selection of materials and the planning. The next step to be able to meet the remainder of the energy demand would be accommodating the architectural changes coming from the interventions made by the specialist engineers on either changing the present systems with more efficient ones or improving the efficiency of the existing systems.

Coming up from all these a methodology suggesting energy efficient refurbishment of the building envelope and integration of more efficient passive and mechanical systems has been developed and applied to an existing office building in Istanbul Turkey by a computer simulation tool and the results have been evaluated in this study.

Options for the energy efficient refurbishment of the building envelope are studied in three main alternatives, improvement opaque elements of the building envelope, improving transparent elements and solar control, as a fourth option to these the improvement of the heating and cooling systems have been studied. The effects of these studies on the energy consumption of the building and the effects on the environment have been evaluated with the Design Builder energy simulation program.

Design Builder is a visual interface program developed for user friendly and easy creation of input data files for the Energy plus Simulation Engine, which is an integrated simulation program.

By the application of all developed scenarios % 54 reduction in CO₂ emissions year, % 66,5 savings in Cooling energy, %79 savings in heating energy and % 50 savings in the yearly total energy consumptions have been achieved.

1. GİRİŞ

Enerji, bir ulusun medeniyet seviyesinin yükseltilmesi, ekonomik ve sosyal kalkınması için oluşturacağı tüm sistemlerin temel girdilerinden birisidir. Medeniyet seviyesi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak, kullanıcıların ihtiyaç duyduğu veya istediği konfor koşullarını sağlamak için enerji kullanımı gerekli olmaktadır. Dolayısıyla, sürdürülebilir bir kalkınma ve refah seviyesi için sürekli ve kaliteli bir enerji talebine gerek olacaktır.

Türkiye’de son 20 senede çarpıcı derecede artan sanayileşme ve sosyal refah seviyesi artışı doğrultusunda enerji kullanımının artması sonucu mevcut enerji kaynaklarının azalması ve artan çevre kirliliği, enerji verimliliğini gündeme getirmiştir. Enerji verimliliği, enerjinin üretimi ve iletiminde etkinliğin yanında enerjinin kullanımının da etkinliği kapsamaktadır. Daha az maliyet ile ve daha az birincil kaynak kullanarak daha çok enerji elde etme yönünde çalışmalar yapılırken, aynı miktar enerjiyle daha çok iş yapılması veya aynı işin daha az enerji kullanarak yapılması yönünde de çalışmalar yapılmaktadır. Enerjiyi verimli kullanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını desteklemek ve mevcut kaynakların ömrünü uzatmayı öngören politikaları desteklemek pek çok ülkenin temel stratejileri arasına girmiştir.

Ülkemizde birincil enerji kaynakları yeterli değildir, tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmektedir. Merkez Bankası’nın hazırladığı ödemeler dengesi raporunda (2007), 2006 yılı içinde, enerji ithalatının, tüm ithalatlar ödemeler dengesi içindeki payı %34’tür (Url-1). Dolayısıyla ülkemiz enerji bakımından dışa bağımlı durumdadır. Kullanılan enerjinin önemli bir bölümü de giderek kullanım oranı artan büro çalışması temelli binalarda kullanılmaktadır. Bu sebeple, temel enerji verimliliği stratejileri belirlenirken büro binalarının da ele alınması kaçınılmazdır.

Binalar içinde yaşayan ve çalışanların dış koşulların olumsuz etkilerinden koruyarak konforlu yaşama ve çalışma amaçlı iç mekânı sağlamak amacıyla oluşturulurlar. Bina kabuğu ise yapıyı dış çevreden ayıran bir çeper olarak tanımlanabilir. Çevresel konfor, ekonomi ve enerji korunumu, binalar yapılandırılırken ele alınması ve planlanması gereken işlevsel unsurlar arasındadır. Ancak ülkemizde, yapıların büyük bir çoğunluğu, içinde bulunduğu çevre ile uyum içinde ve onun bir parçası olarak işlevlerini sürdürmek üzere tasarlanmamakta, bu enerji ihtiyacını arttırmakta, talebi karşılayacak enerjinin gerçek anlamda yenilenebilir kaynaklardan elde edilmemesi doğal dengeyi bozmakta ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Büro binalarında kullanılan ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi iç mekândaki ısı ve görsel konfor koşullarını sağlamak için giderek artmaktadır.

Yapılarda ısı konfor koşullarını sağlamak için gerekli olan ısıtma ve soğutma yüklerini etkileyen temel etkenler, binanın yeri, binanın diğer binalara göre konumu, binanın güneş ve hâkim rüzgâr yönlerine göre yönlendirilişi, binanın formu, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi tasarıma ilişkin parametrelerdir. Isıtma sistemine ait enerji maliyetlerini minimuma indirmek, binadaki enerji verimliliği yüksek bir ısıtma sisteminin, ısı konfor şartlarını minimum ısı kaybı ile sağlayabilen yukarıdaki kriterleri de göz önünde bulundurarak tasarlanmış bir bina kabuğu ile birlikte kullanılmasıyla mümkündür. Tasarım aşamasında olan bir proje için veya bir yenileme projesinde, bina kabuğuna ait maliyetlerin kontrol edilmesi binanın ömrü boyunca aynı kabuk yolu ile sağlanabilecek ısı kayıplarının ve kazançlarının getireceği maliyetlerle birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu sayede, hem yüklenici hem de kullanıcı ülke kaynaklarını ekonomik bir biçimde kullanabilir (Manioğlu, 2002). Ülkemizde bu metotla yenilenen bina kabukları, kısa sürede kendini amorti edebilmekteyken, ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır (Kavak,2006). Özellikle bina kabuğunun saydam bileşeninin, kullanıcının görsel konfor gereksiniminin, binanın doğal aydınlatma sistemi olarak optimal performans göstererek minimum yapay aydınlatma enerjisi harcayacak şekilde tasarlanarak, aydınlatma enerjisi maliyetlerinin azaltılması ülke ekonomisi açısından son derece önem taşımaktadır.

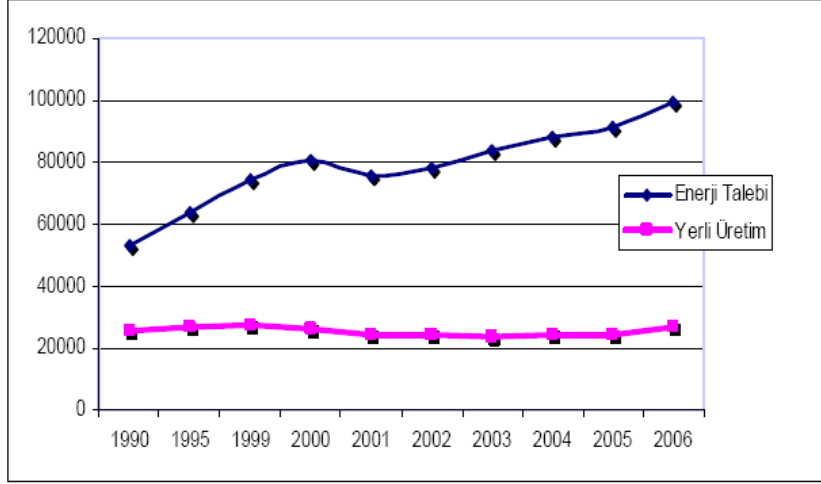
Ülkemizde üretilen enerjinin %15,7 sini ticari işletmeler, alışveriş ve kamu ve hizmet sektörü tüketmekte ve bunun büyük bir bölümünü de devlet kurumları da dâhil olmak üzere büro binaları oluşturmaktadır. Enerji kanununa uyum çerçevesinde en çabuk harekete geçecek olan sektörün kurumsal şirketler ve devlet kurumlarının olacağı düşünülürse bu sektörler için yapıların enerji etkin yenilenmesinin çok çabuk bir şekilde büyük bir tasarruf girdisi yaratacağı ve bir enerji danışmanlığı ve yönetimi sektörü oluşturacağı da düşünülebilir.

Kullanılan enerji kaynağı sonucu ortaya çıkan karbon dioksit (CO₂) emisyonu küresel ısınmaya neden olmakta ve bu da enerjinin bilinçli kullanılmasını gerektiren başka bir sebep oluşturmaktadır. 1980'lerin başında artan sera gazı emisyonunun sonucu olarak meydana gelen iklim değişikliğinin göz ardı edilemeyecek boyutlara ulaşması sonucu ülkeler tedbir alma gereksinimi hissetmiştir. Bu 1997 yılında, 2012 yılına kadar endüstrileşmiş dünyanın sera gazı emisyonunu belli seviyelere kadar indirmeyi hedefleyen Kyoto protokolünün oluşmasına neden olmuştur (Hens ve Diğ. 2001).

Global ısınma potansiyeline en yüksek oranda sahip olmamasına rağmen, küresel ısınmada etkili olan en yaygın gaz CO₂'dir. CO₂ gazının en büyük kaynağı ise fosil yakıtlardır. Büro binası sektörü, yıllık enerjinin % 32'sini kullanır ve bunun büyük bölümü fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Bu yüzden bina kullanıcıları ve bina endüstrisi CO₂ emisyonu azaltma çabaları içinde rol almalıdır. Bu açıdan genellikle aşağıdaki önlemler üzerinde durulmaktadır;

- CO₂ emisyonu yüksek olan yakıtlar, CO₂ emisyonu düşük olan yakıtlarla değiştirilmeli
- Yüksek performanslı ısı pompaları kullanılmalı
- Fosil yakıtların, ilk seçenek olarak sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarıyla değiştirilmeli
- Yapıların enerji etkinliği artırılmalı

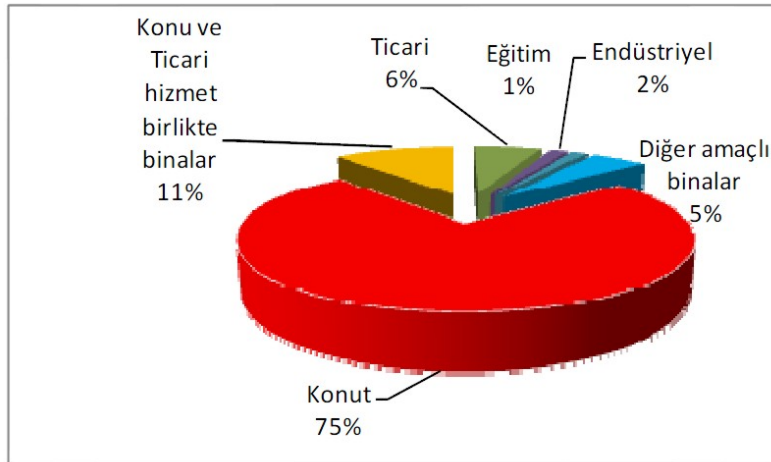
Bunların arasından sonuncu ölçüt en yüksek öneme sahiptir (Hens ve diğ, 2001).



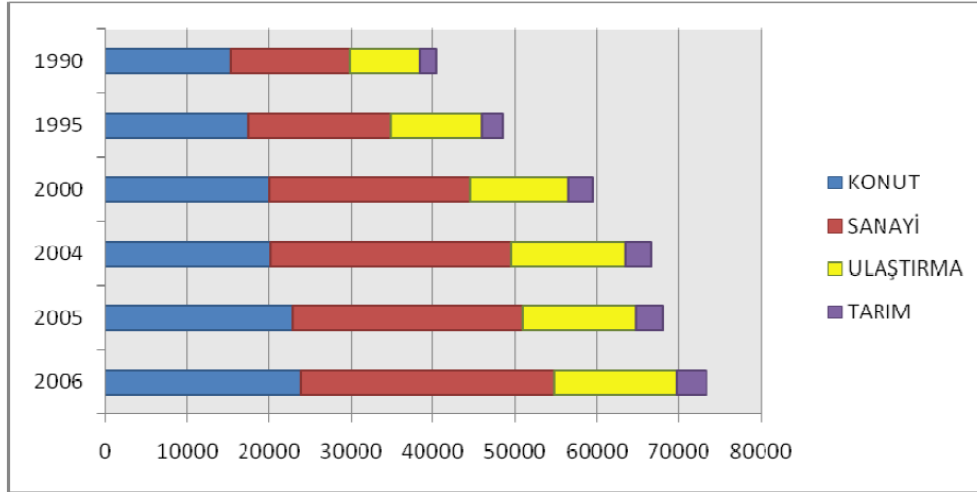
Şekil 1.1: Türkiye’ de Enerji Arz - Talebinin Gelişimi (Kaynak: ETKB 2006).

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi, Türkiye enerji bakımından dışa bağımlı bir ülkedir ve bağımlılığı yıllara bağlı olarak artmıştır.

Şekil 1.3’de dört ana kategoride incelenen enerji kullanımının sektörler arası kullanımı görülmektedir. Buna göre, Türkiye’de enerjinin üçte birinden fazlası sanayide ve bu miktarın önemli bir bölümü de büro binalarında kullanılmaktadır. Şekil 1.4’ten görüldüğü üzere Türkiye’de binalarda kullanılan enerjinin büyük kısmını doğalgaz ve petrol oluştururken hidrolik ve yenilenebilir enerjinin payı sadece %4’tür.

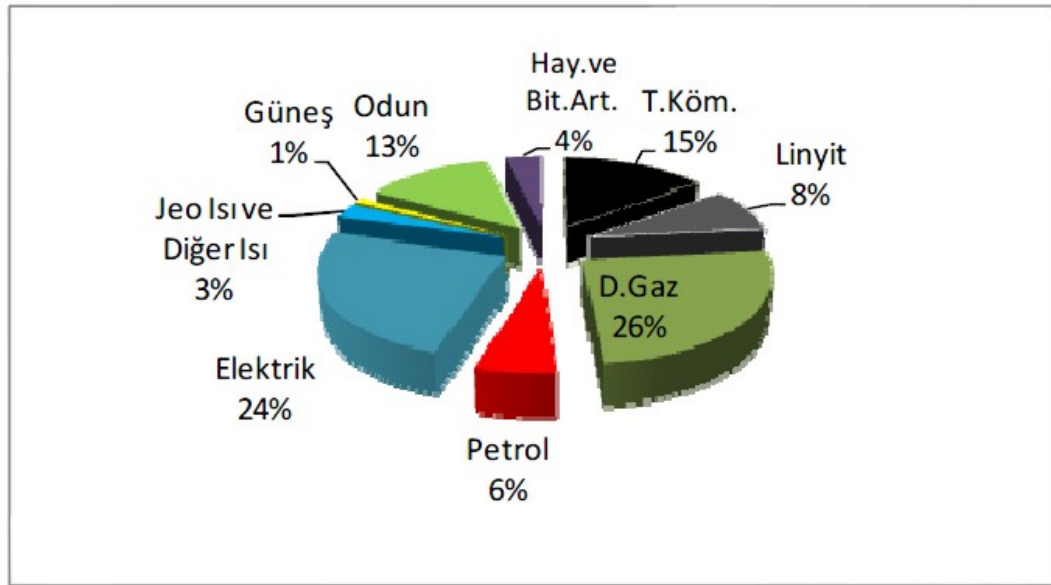


Şekil 1.2: Türkiye’de Kullanım Amacına Göre Bina Tiplerinin Yapı Stoku İçinde Dağılımı(Kaynak: TÜİK 2000 Bina Sayımı).



Şekil 1.3: Türkiye’ de Enerji Kullanımının Sektörler Arası kullanım Dağılımı

(Kaynak: DİE 2006).



Şekil 1.4: Türkiye’de Binalarda Enerji Tüketiminin Enerji Kaynakları Dağılımı 2008

(Kaynak: ETKB – 2008 yılı Genel Enerji Dengesi Tablosu).

Türkiye'nin doğal enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı olması ve her sektörde yapılacak tasarrufun önemli olması, mevcut büro binalarının enerji verimliliğinin istenen seviyede olmaması ve bu alanda yapılacak olan iyileştirmenin iş verimliliği, ülke ekonomisine ve çevrenin korunmasına olumlu katkıları olacağı söylenebilir. Bu çalışmada büro binalarının enerji etkinliğini etkileyen faktörler irdelenmiş, bunlar göz önünde bulundurularak, enerji etkinliğin artırılmasına öncelikle bina kabuğu ölçeğinde olmak üzere alternatifler getirilmiş ve bu alternatiflerin etkinliği değerlendirilmiştir. Uygulama çalışmasında bunlar, mevcut bir büro binası için yapılmış ve simülasyon aracı kullanılarak geliştirilen alternatiflerin enerji tüketimi ve çevreyle olan etkileşimleri üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapının dış kabuğuna sonradan uygulanabilecek alternatifler olarak, yalıtım malzemesinin kullanılması, cam türünün değiştirilmesi, güneş kontrol elemanlarının kullanılması denenmiştir.

EnergyPlus'ın hesaplama metodunu kullanan DesignBuilder adlı bilgisayar programı kullanılarak bina kabuğundaki enerji akısı modellenmiştir ve binaya sonradan adapte edilebilecek alternatiflerin ısıtma ve soğutma yükleri ve aydınlatma yükünü azaltmadaki etkileri ve CO₂ emisyonunda meydana gelecek değişim gözlenmiştir.

Çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, enerji verimliliği, büro binalarında enerji kullanımının gereklilikleri, çalışmanın amacı ve önemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde, büro binalarında enerji etkinliği incelenmiştir. Enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılması çevre kirliliğine ve doğal kaynakların azalmasına neden olmaktadır. Enerji tüketirken ekonomik, sosyal ve çevresel maliyetleri en aza indirmek gereklidir. Dünya genelinde büro binalarında tüketilen enerji, toplam enerji tüketiminde daima önemli bir yere sahiptir. Binalar, hem üretim aşamasında hem de işletim aşamasında enerji tüketmektedir. Bu nedenle, bina stokunun önemli bir kısmını oluşturan ve insanların zamanlarının büyük bir kısmının geçtiği bürolarda enerjinin verimli kullanılması, enerji tüketiminde önemli miktarda azalma sağlayacaktır.

Üçüncü bölümde, mevcut büro binalarının enerji etkin yenilenmesi incelenmiştir. Mevcut büro binası stokunun, enerjiyi verimli kullanmak için sahip olduğu teknolojilerin günümüz teknolojisine göre yetersiz olması veya çevre etkenlerinin etkin biçimde kontrol edilmesi düşünülmeksizin estetik öncelikler ve ekonomik kaygılar ile tasarlanan yapıların çevre etkenleri nedeniyle, enerji kullanımı istenen değerinden oldukça fazla olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, mevcut büro binalarının enerji etkinliğini geliştirmek gerekir. Bu konuda, gelişmiş ülkelerde pek çok çalışma yürütülmektedir. Mevcut büro binalarının, ısı performansının iyileştirilmesine ilişkin hususlar Türkiye’de 2008 Kasımında yürürlüğe giren binalarda ısı yalıtım yönetmeliğinde yer almasına rağmen, bunlar mevcut büro binalarının enerji tüketimini kısıtlı miktarda azaltabilmektedir. Bu konuda gelişme sağlanması için yerel yönetimlerin ilgisi ve desteğinin yanında, kullanıcıların ve şirketlerin bilinçlenmesi, bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi gerekmektedir.

Dördüncü bölümde, enerji etkin yenilenmiş büro örnekleri irdelenmiştir. Dünya’nın pek çok yerinde enerji etkin yenileme projeleri yapılmaktadır. Bu bölümde büro binalarında enerji etkin yenilenmeye örnek olarak seçilen iki büro binası için enerji etkin yenileme çalışması incelenmiştir.

Beşinci bölüm mevcut bir büro binası için yapılan uygulama çalışması ve sonuçlarını kapsamaktadır. Bu tez çalışmasının temel amacı, mevcut büro binalarının yenilenerek, enerji performansının artırılmasına yönelik kullanılan alternatifleri değerlendirmek ve bunların etkilerini analiz edebilmektir. Bu amaçla uygulama çalışmasında, İstanbul’da 1986 yılında Ataşehir Projesi dâhilinde yapılmış olan bir büro binası için enerji etkin yenileme önerileri geliştirilmiş, geliştirilen enerji etkin yenileme önerileri enerji simülasyon aracı kullanarak mevcut binaya uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, enerji giderlerinin azaltılmasında önemli bir yeri olan mevcut büro binası stoku için geliştirilecek doğru enerji etkin önerilerle binaların enerji giderlerinin ve atmosfere yaydığı karbon dioksit emisyonunun azaltılmasında ve dolayısıyla enerji ekonomisinin sağlanmasındaki önemi vurgulanmıştır.

2. BÜRO BİNALARINDA ENERJİ ETKİNLİĞİ

2.1 Enerji Etkinliği

Günümüzde enerji ve çevre sorunlarına çözüm getirebilmek için, çevresel kısıtlar, ekonomik ve siyasi kısıtlarla birlikte düşünülerek enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan maliyetleri en aza indirgeyen bir strateji oluşturmak gerekmektedir. Böyle bir strateji, öncelikle enerji ihtiyacı kavramının yeniden ele alınmasına dayanmaktadır. Aynı hizmet bugünkünden daha az enerji kullanarak ve toplamda bugünkünden daha az bir maliyetle yerine getirilebilir. Bu durum, en ileri teknolojileri kullanan ve belirgin biçimde etkin ekonomilere sahip olan ülkeler için de geçerlidir (Laponche ve diğ,1997).

Enerji etkinliği, harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesidir. Aynı ürün daha az enerji ile üretildiğinde bir önceki duruma göre enerjiden tasarruf edilir. Tasarruf edilen enerji yeni üretim / hizmetler için sanki ilave bir enerji kaynağı gibi kullanıma hazır olur. Enerji tasarrufu enerji temini alternatiflerinin en önemlilerindendir (Keskin, 2007).

Halk arasında genellikle enerjinin az kullanılması, iki ampulden birinin söndürülmesi şeklinde algılanmakta olan enerji tasarrufu, aslında enerji atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden enerji ihtiyacının en aza indirilmesidir (Çalıkoglu, 2004)

Bu iki tanımdan yola çıkarak binalarda enerji verimliliği; binanın içinde barındırdığı fonksiyonun sağlıklı ve konforlu olarak yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan iç mekân koşullarının en az enerji kullanılarak elde edilmesidir, denilebilir.

Avrupa Birliği'nin enerji tüketimleri ile ilgili raporlarında 2030 senesi için Avrupa Birliği'nde enerji tüketimlerinin %5 artacağı belirlenmiştir. Bu raporlara dayanarak gaz ithalatı %84 ve petrol ithalatı %93 seviyelerine ulaşacaktır. Bu göstergeler Avrupa Birliği'nin dışa bağlı olduğunu ve bu durumdan oluşacak enerji bağımlılığı riskinden uzak olmadığı görülmektedir (Koç ve Garip, 2008).

Bunlardan dolayı Avrupa Komitesi (2006) pek çok ölçütü öngören yedi maddeli hareket planını hazırlamıştır.

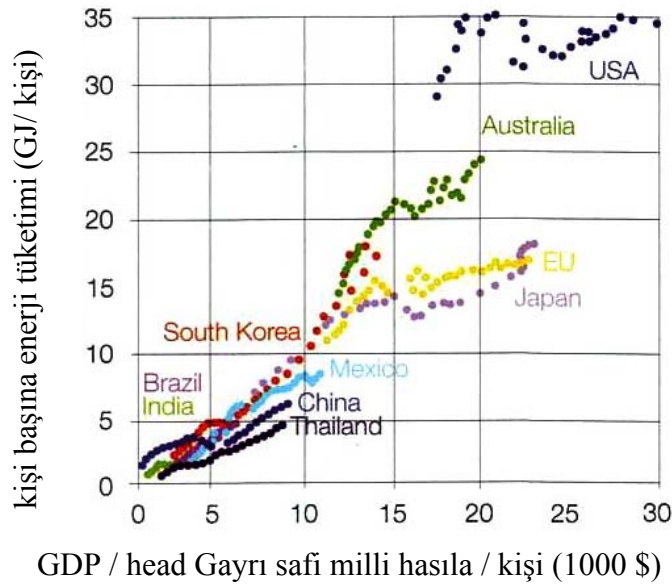
- a) Etkin ve yarışabilen bir Avrupa Birliği enerji marketi yaratarak, tüketici fiyatlarını düşürmek
- b) Petrol, gaz ve elektrik elde etmekte güvenliği sağlamak ve üye ülkeler arasında dayanışmayı sağlamak; enerji kaynaklarında, taşıma rotası ve metodunda çeşitliliği teşvik ederek bir enerji krizi durumuna karşı ortak tedbir almak
- c) 2020 yılında enerji etkinlikte %20 gelişim, enerji tüketiminde %13 azalma sağlamak için enerji verimliliğini teşvik etmek. Bu aynı zamanda 780 milyon ton CO₂ emisyonunda azalma, 100 milyon Euro enerji tasarrufu demektir.
- d) Yenilenebilir enerjileri desteklemek. Avrupa Birliği'nin sera gazı emisyonunu %20 azaltması için yenilenebilir enerjilere yönelmesi zorunludur. Enerji verimliliğini artırmak, nükleer enerji, karbon yakalama (carbon capture), depolama, hedeflenen %20 azalmayı sağlayabilir, bu yollardan hiç biri 2020'den önce önemli etmen haline gelemeyecektir.
- e) Destek araştırmaları; yeni nesil karbon ve sürdürülebilir teknolojilerin gelişmesi için destek araştırmaları kapsamında 2015 yılına kadar 12 adet büyük ölçekte fosil yakıt fabrikası, CO₂ yakalaması ve depo tekniğini göstermek amaçlı kurulacak ve bu teknolojiyi kullanmak isteyenlere örnek oluşturacaktır.
- f) Nükleer enerji için, atık yönetimini ve imhayı da kapsayan gelişmiş bir çerçeve yaratmak.
- g) Ortak bir Avrupa Birliği enerji dış politikası geliştirmek

Bu politikaların doğrultusunda programlar geliştirilmiştir, bunlardan başlı çaları Akıllı Enerjiler – Avrupa Programı, Managenergy Programı, Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği, Avrupa İçin Sürdürülebilir Enerji 2005H2008 Programı, CONCERTO Programı'dır. Sürdürülebilir enerji politikaları Avrupa Birliğine senede 20 milyar Avro ve 300 bin iş imkânı sağlayabilir (Koç ve Garip, 2008).

Günümüzde ülkelerin enerji kullanımına göre gelişmişlik düzeyini belirlemek için kullanılan metot, kişi başına enerji tüketimi yerine, enerji başına üretim verimliliğiyle ölçülmektedir. Buna enerji yoğunluğu adı verilir.

Enerji yoğunluğu, ülkelerin ekonomilerindeki yapısal değişikliklere, diğer ülkelerden ithal edilen malların özelliklerine, enerji karışımındaki değişimlere, döviz kurlarındaki ve paritelerdeki değişimlere de duyarlıdır (Keskin, 2007). Gayri safi milli hâsıla başına enerji tüketimi olarak tanımlanan enerji yoğunluğu, Dünya’da 0.32, OECD’de 0.2, Türkiye’de 0.35 TEP/000ş’dır (IEA, 2005). Bu, birim mal üretimi için Türkiye’de OECD üyesi ülkelere göre halen 1.75 kat daha fazla enerji harcanmaktadır anlamına gelir.

Japonya ve AB ülkeleri gibi medeniyet seviyesi gelişmiş kişi başına düşen gayrisafi milli hasılanın yüksek olduğu ülkelerde kişi başına kullanılan enerji miktarı orantılı olarak yüksek değildir, ABD de ise durum farklıdır. Bu tablo kişi başına enerji tüketiminin toplumsal bilinç ve kullanım alışkanlıkları ile ilişkisini de ortaya koymaktadır.



Şekil 2.1: Ülkelere göre kişi başına Gayri safi milli hâsıla ve kişi başına enerji tüketimi grafiği (Energy Manual edition Detail IAQ araştırma projesi)

2.1.1 Türkiye’de enerji verimliliğine ilişkin politikalar

Türkiye’de son yıllarda enerji verimliliğine yönelik bazı çalışmalar yürütülmeye başlanmış, ancak konunun önemi enerjide etkin rol oynayan çevrelerde dahi henüz yeterince anlaşılamamıştır. Enerjinin verimli kullanımıyla ilgili göstergelere göre Türkiye’nin dünya ortalamasından bile geride olduğu ve bir birim katma değer üretebilmek için pek çok ülkeye göre oldukça yüksek düzeyde enerji harcadığı görülmektedir. Özellikle uluslararası pazarlarda rekabet etme durumu içinde olan Türkiye’deki sanayi kesiminin enerjiyi verimli kullanamadığı da istatistiki verilerden anlaşılmaktadır (Kavak, 2005).

Türkiye’de enerji verimliliğine ilk olarak 1996-2000 yıllarını kapsayan VII. Beş Yıllık Kalkınma Planında değinilmiştir, yurtiçi enerji kaynaklarının miktar ve kalite olarak yetersiz ve yüksek maliyetli olması, ithal enerji kaynakları için gerekli döviz ihtiyacı, aşırı enerji kullanımının çevre sorunu yaratması gibi sebeplerle enerji verimliliğinin artırılması gerektiğine dikkat çekilmiştir. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda ise, enerji tüketiminin kaçınılmaz bir şekilde büyüdüğü ülkemizde ‘enerji tüketiminin mümkün olan en alt düzeyde tutulması, enerjinin en tasarruflu ve verimli bir şekilde kullanılması gerektiği’ vurgulanmaktadır (Kavak, 2005).

Politikalar

Türkiye’deki enerji politikasına yönelik, içinde enerji verimliliğine de atıf yapılan çeşitli belgeler yayınlanmaktadır. Bunlardan en önemlileri aşağıda listelenmiştir:

- Dokuzuncu Kalkınma Planı;
- Kyoto Protokolü’nün kabulü,
- Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Yönetmelik Taslağı
- Yüksek Planlama Kurulunun 18.5.2009 tarih ve 2009/11 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi;
- 15 Nisan 2010 tarihinde kamuoyuna açıklanan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı;
- EİE tarafından görüşe açılan Taslak Enerji Verimliliği Stratejisi;
- AB müktesebatına uyum programları (Keskin, 2010; Koç ve Garip, 2008).

IX. Kalkınma Planı 2007 - 2013

Türkiye’ de 2007 - 2013 senelere hitap eden IX. Kalkınma Planı’nın temel prensiplerinden birisini sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. “Enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini esastır. Nükleer enerji dâhil alternatif enerji kaynakları da dikkate alınarak arz güvenliğinin sağlanması, çevresel etkilerin en düşük düzeyde tutulması, enerji endüstrisinin rekabetçi bir yapı içinde sanayinin uluslararası rekabet edebilirliğine katkı sağlaması ile üretici ve tüketici ülkeler arasında transit konumun geliştirilmesi enerji politikasının ana unsurlarıdır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması hususunda birincil enerji kaynaklarına erişimin garanti edilmesi, ithal kaynaklara olan bağımlılığın asgari düzeyde tutulması, elektrik üretim, iletim ve dağıtım yatırımlarının zamanında yapılması; rafineriler ile petrol ve doğalgaz depolama tesislerinin yeterli hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Enerji sektörünün rekabete açılması, gerekli yatırımların kamu finansmanı üzerinde ek yük yaratmaksızın özel sektör tarafından yapılması, kamunun gözetim ve denetim faaliyetlerini etkin bir şekilde yerine getirerek arz güvenliğini gözetmesi ve kamu mülkiyetindeki tesislerin özelleştirilmesi sağlanacaktır.” (DPT, 2006).

Bu amaçlar Türkiye'nin Avrupa Birliği uyum çerçevesine uyumludur. Genel hedefler hariç amaçlar Hiçbir rakamsal önem taşımamakta ve eylem planı sunmamaktadır.

Türkiye Enerji Programları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü koordine etmektedir. 2008 senesinde bu birim enerji verimliliği konusunda başarılı projelere imza atmıştır.

Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi

Yüksek Planlama Kurulu’nun 18.5.2009 tarih ve 2009/11 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi 2023 yılı öngörülerini iddialı hedefler vermektedir ve bugünkü üretim yapısının da önemli oranda değişiklik göstereceğine işaret ederken enerji yoğunluğunun hedef verilmeden azaltılacağı belirtilmektedir (Keskin 2010).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014)

2010 Nisan ayında açıklanan Enerji Stratejisi ile enerji sektöründeki stratejik hedefler ve amaçlar ortaya konmuştur. Bu stratejide enerji verimliliğinin artırılması için aşağıda listelenen stratejik hedefler ve amaçlar belirtilmiştir:

- Ulusal enerji verimliliği politikalarımız kapsamında stratejik ve bütünleşik enerji verimliliği önlem ve programlarının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için çalışmalar artırılarak devam ettirilecektir.
- AB Enerji Verimliliği Müktesebatı ve özellikle kojenerasyon düzenlemeleri ile tam uyum sağlanacaktır.
- Aydınlatma öncelikli olmak üzere, kamuda enerji verimliliği çalışmaları yoğunlaştırılarak topluma öncelik edilecektir.
- Enerji verimliliği projeksiyonları yapılacak, alt sektörlerin enerji verimliliği potansiyelleri belirlenecektir.
- Yüksek verimli kojenerasyon/trijenerasyon ve bölgesel ısıtma uygulamalarını yaygınlaştırıcı ve teşvik edici tedbirler alınacaktır.
- Nihai tüketimin yanı sıra, enerjinin üretimden tüketime kadar olan tüm aşamalarında verimliliği artırıcı tedbirler alınacaktır.
- Elektrik üretim santrallerine ilişkin rehabilitasyon projeleri kapsamında çevre mevzuatına uygunluk gözetilerek santrallerin performansı, güvenilirliği ve işletme ömrünün artırılması sağlanacaktır.
- İşletmedeki elektrik üretim santrallerinin sağlıklı ve entegre bilgi sistemleri oluşturulacak, izleme, denetim ve raporlama altyapısı geliştirilecektir.
- Ulaşımda enerji verimliliği çalışmalarına kurumsal destek vermeye devam edilecektir.
- Binalarda enerji verimliliği konusunda faaliyetler yoğunlaştırılacaktır.
- Sanayi kuruluşlarının verimlilik artırıcı projeleri ve enerji yoğunluğunun düşürülmesine yönelik alacakları tedbirler desteklenecektir.
- Enerji yönetimi sistemi ve enerji yöneticilerinin sanayi ve binalar sektörlerinde yaygınlaştırılması sağlanacaktır. (Keskin 2010)

Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi

Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik küresel çabalara kendi özel koşulları ve imkânları çerçevesinde katkıda bulunmak ve enerji sektöründe telaffuz edilen referans senaryoya göre %7'lik emisyon sınırlamasını sağlayabilmek amacıyla “Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi”ni hazırlamış ve Strateji Yüksek Planlama Kurulu tarafından 3 Nisan 2010 tarihinde onaylanmıştır.

Stratejiye bakıldığında enerji sektörü stratejilerinin büyük bir çoğunluğunun binalar Sektöründe enerji verimliliği önlemleri olduğu görülmektedir. (Keskin 2010)

Ulusal Enerji Verimliliği Stratejisi

Son yıllarda enerji verimliliğinin artırılması için yasal ve kurumsal çerçevenin oluşturulmasında önemli adımlar atılmıştır. Ulusal Enerji Verimliliği Stratejisi, enerji verimliliği yatırımlarının belirlenmesi ve uygulanması için kurumsal ve finansal destekleri sağlayan bir politika zemininde 2004 yılında hazırlanmıştır. Stratejiyi güncelleştirmek üzere çalışmalar halen EİE tarafından sürdürülmektedir. (Keskin 2010)

2.1.2 Yasal düzenlemeler

Türkiye’de son yıllarda geliştirilen ve yukarıda bahsetmiş olduğumuz politikaların gerçek hayata aktarılabilmesi için Binalarda enerji verimliliğini destekleyecek bazı yasal düzenlemeler getirilmiştir. Bunlardan başlıcaları aşağıda verilmektedir:

- TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (14.06.2000 tarihinden sonra mecburi)
- Yapı Denetimi Hakkında Kanun (Kanun No: 4708, Tarih: 29.6.2001)
- Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 25 Ekim 2008 tarihli ve 27035 sayılı RG)
- Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 14 Nisan 2008 tarihli ve 26847 sayılı 1.Mükerrer RG)

- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 5 Aralık 2008 tarihinde yayınlanmış ve 1 Nisan 2010 tarihinde revize edilmiştir.)
- Milli Eğitim Bakanlığı'na Bağlı Okullarda Enerji Yöneticisi Görevlendirilmesine İlişkin Yönetmelik (17 Nisan 2009 tarihli ve 27203 sayılı RG)
- 2872 Notlu Çevre Kanunu,
- 5346 No'lu Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu,
- 5584 No'lu Enerji Verimliliği Kanunu,
- 26707 No'lu Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması Ve İşletilmesi İle Enerji Satışına İlişkin Kanun,

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 2 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Kanun çerçevesinde, enerji verimliliği önlemlerini desteklemek üzere kurumsal yapının oluşturulması, enerji verimliliği şirketlerinin kurulmasını desteklenmek ve yetki verecek kurumları yetkilendirecek bir Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu'nun oluşturulması, belli tüketim değeri üzerinde olan konut harici binalar ve endüstriyel tesislere enerji yöneticisi atanması, binalar için enerji kimlik belgesi uygulamasının getirilmesi, elektrikli cihazlar için minimum performans gereklerinin belirlenmesi hususlarında gerekler yer almaktadır. (Keskin 2010)

2.1.3 Binalarda enerji performansı yönetmeliğinin mimarlık disiplini açısından incelemesi.

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 5.12.2008 tarih ve 27075 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” 5 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe girmiş; 1 Nisan 2010 tarih ve 27539 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” ile revize edilmiştir.

“Binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek” amaçlı bu Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda;

- Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,
- Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
- Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
- Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,
- Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini arttırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsar.

Yönetmeliğin getirdikleri

- Mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binalarda uygulanmak üzere; mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı ve elektrik tüketen binaların sabit ekipmanları konularındaki asgari performans kriterlerine, enerji performans hesaplama usullerine, enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına, binaların kontrolleri ve enerji kimlik belgesini hazırlayacak ve denetleyecek onaylanmış bağımsız yetkili kuruluşların yetkilendirilmesine ve yetkilerinin düzenlenmesine, ülke enerji politikasının oluşturulmasına yönelik gerekli araştırmalar, incelemeler yapılmasına ve bunun sonucunda elde edilen deneyimler ile ilgili bilgilerin toplanmasına,
- 1000 m2'nin üzerinde kullanım alanına sahip binalarda; elektrik, ısı ve sıhhi sıcak su ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim imkânlarının araştırılarak, ekonomik yapılabilirliği olan uygulamalara,

- Bina sahipleri ve son kullanıcıların bilinçlendirilmesi, sektörde faaliyette bulunan kurum ve kuruluşların çalışanlarının eğitimleri ve eğitimlerin güncelleştirilmesi vasıtasıyla enerjinin daha verimli kullanımına,
- Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak, bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini arttırıcı uygulamaların yapılmasına, ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır.
- Düzenleme, ısı yalıtım projesi zorunluluğu getirmektedir. Yönetmelik uyarınca TS 825 standardına göre, yetkili makine mühendisi tarafından hazırlanan "ısı yalıtımı projesi", yapı ruhsatı verilmesi safhasında tesisat projesiyle birlikte ilgili idarelerce istenmektedir.
- Isıtma sistemleri tasarım hesapları da TS 2164 standardına göre yapılması istenecektir. Yeni inşa edilecek binalarda toplam kullanım alanı bin metrekarenin üzerindeyse merkezi ısıtma sistemi zorunludur.
- Yönetmelikte "ısıtma ve soğutma sistemlerinin tasarımının yanı sıra, "havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarımı", "sıhhi sıcak su hazırlama ve dağıtım sistemleri", "elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri" ile "yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve kojenerasyon sistemlerine yönelik esaslar da belirlenmiştir.

Ancak sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen binalar; planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar; toplam kullanım alanı 50 m²'nin altında olan binalar; seralar, atölyeler, münferit olarak inşa edilen, ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Yönetmeliğe uymayan binalar:

Yönetmelik, ana hatlarıyla binalarda enerji performansı kriterlerini, uygulama esaslarını belirlemekte ve çevrenin korunmasını esas almaktadır.

Binanın mimarı, mekanik ve elektrik projeleri diğer yasal düzenlemelerin yanında enerji ekonomisi açısından yönetmelikteki şartlara uygun değilse yapı ruhsatı verilmeyeceği belirtilmiştir.

Projeye göre uygulama yapılmadığının tespiti halinde de eksiklikler giderilinceye kadar yapı kullanım izin belgesi tanzim edilmeyeceği açıklanmıştır.

Ayrıca, yeni bina tasarımlarında ve mevcut binaların önemli tadilat projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde yönetmelik esasları göz önüne alınacağı açıklanmıştır.

Enerji kimlik belgesi

- Yönetmeliğin getireceği önemli değişikliklerden biri de "enerji kimlik belgesi" istenmekte olmasıdır. Binanın enerji ihtiyacı, enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ile ısıtma-soğutma sistemlerinin verimiyle ilgili bilgileri içeren belge, "enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanacak ve ilgili idarece onaylanacaktır. Enerji kimlik belgesi, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesinin ayrılmaz parçası olacak. Mevcut binaların da 10 yıl içinde belgeyi temin etmesi gerekecektir.
- Belge, toplam kullanım alanı mevcut yönetmelikte bin metrekare, üzerinde çalışma sürdürülen taslağa göre de 250 m2 büyük binalar için düzenlenecektir.
- Belgenin bir nüshası bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisince muhafaza edilecektir. Bir nüshası da bina girişine asılacaktır.
- Enerji kimlik belgesine bakarak bir kişi oturacağı evde ne kadar enerji tüketileceğini de anlayabilecektir. Böylece ev satın alırken veya kiralarken yalıtımdaki eksikliklerin tespiti mümkün olacaktır.
- Binaların mimari tasarımında, imar ve ada/parsel durumu dikkate alınarak ısıtma, soğutma, doğal havalandırma, aydınlatma ihtiyacı asgari seviyede tutulabilecek, güneş, nem ve rüzgâr etkisi de dikkate alınarak, doğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma imkânlarından azami derecede yararlanılacaktır.

Bu Belgenin boş bir örneği şekil 2.2 de verilmiştir.

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Belge No :
Bina tipi :
İnşaat yılı :
Kullanma alanı :
Ada, Parsel :
Adres :
Tarih :
Belgeyi Düzenleyen :
Oda Sicil No :
Belgenin Son Geçerlilik Tarihi :
İmza :

Mülk sahibi:
İsim:
Adres:
Müşterek tesisatların sahibi (gerekliyse):
İsim:
Adres:

Enerji tipine göre yıllık tüketimler

	Nihai Enerji tüketimleri	Birincil Enerji tüketimleri
Enerji Kullanım Alanı	kWsaat	kWs at
Isıtma :		
Sıhhi sıcak s :		
Soğutma :		
Aydınlatma :		
TOPLAM :		

Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için enerji tüketimleri (birincil enerji olarak)

Isıtma, sıhhi sıcak su üretimi, soğutma ve aydınlatma için sera etkisi gazı (SEG) emisyonları

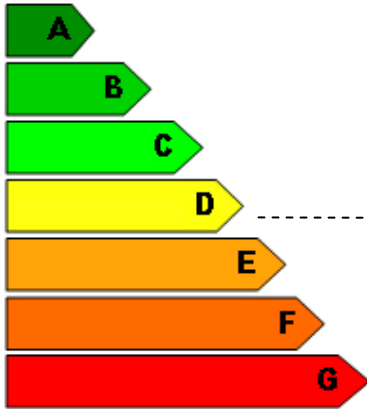
Nihai tüketim:

.....kWsaat/ m².yıl

Emisyon salımı:

.....kg eşd. CO₂ / m².yıl

Tasarruflu Bina

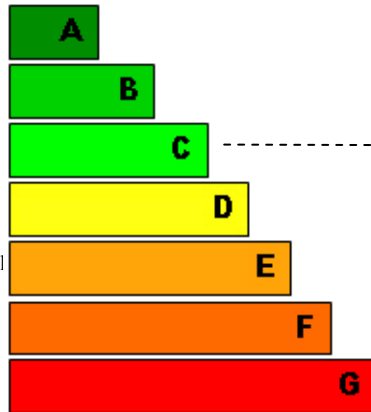


Enerji Tüketimi Yüksek Bina

Bina

kWh_{EP}/m².yıl

SEG Emisyonu Düşük Bina



SEG Emisyonu Yüksek Bina

Bina

kg_{eşd.} CO₂/m².yıl

Şekil 2.2: Binalar için düzenlenecek olan enerji kimlik belgesi.

Mimari Tasarımda Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

- Binaların ve iç mekânların yönlendirilmesinde, o iklim bölgesindeki güneş, rüzgâr, nem, yağmur, kar ve benzeri meteorolojik veriler dikkate alınarak oluşturulan mimari çözümler aracılığı ile istenmeyen ısı kazanç ve kayıpları engellenmelidir.
- Bina içerisinde sürekli kullanılacak yaşam alanları, güneş ısı ve ışığı ile doğal havalandırmadan optimum derecede faydalanacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Mimari uygulama projesi ve sistem detayları, ısı yalıtım projesindeki malzemeler ve nokta detayları ile bütünlük sağlamalı, ısı yalıtımında sürekliliği sağlayacak şekilde, çatı-duvar, duvar-pencere, duvar-taban ve taban-döşeme-duvar bileşim detaylarını ihtiva etmelidir.
- Binanın yapılacağı yerin yenilenebilir enerji kaynak kullanım imkânlarının araştırılması ile oluşturulacak raporlar doğrultusunda alternatif mimari çözümler değerlendirilmelidir.

Isı yalıtımı ile ilgili mevzuat:

Türkiye’de kullanılan enerjinin üçte birinden fazlası ısıtma ve soğutma amacıyla harcanmaktadır. Bu enerji tüketiminin azaltılması için en etkin önlem olan ısı yalıtımı için yeni inşa edilecek ya da büyük ölçüde tadilat yapılacak konut ve ticari binalarda uygulanacak kuralları düzenleyen “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardıdır. Standart, 2000 yılında ilgili AB standartları dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir. TS 825 standardının zorunlu olarak uygulanması için, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından, binalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik ilk yasal düzenleme olan 1985 tarihli “Isı Yalıtım Yönetmeliği”, standarda paralel olarak revize edilmiş ve 14 Haziran 2000 tarihinde yayımlanmıştır. Yönetmeliğin, yayın tarihinden sonra yapılacak tüm yeni binalarda uygulanması öngörülmektedir.

Anılan yönetmeliğin uygulanması ile bina kabuğundan olan ısı kayıplarının %50 oranında azaltılması hedeflenmiştir (Keskin 2010).

Bunların yanı sıra Elektrik işleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü de 2008 senesi içinde ENVER ve ENVER IPAB gibi enerji verimliliğini iyileştirmek ve potansiyellerin belirlenmesi, yasal ve kurumsal yapıların oluşturulması ve güçlendirilmesi, kamuoyunda farkındalık ve davranış değişikliği yaratılması amaçlı projelere başlamıştır (Koç ve Garip, 2008).

a) ENVER Projesi:

ENVER Projesinde amaç, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve potansiyellerin belirlenmesi, yasal kurumsal yapıların oluşturulması ve güçlendirilmesidir. Enerji verimliliği konusunda verilen eğitimlere Belediyeler Birliğinden, İstanbul Teknik Üniversitesinden, Mühendis Odalarından katılımlar olmuştur. Sivas Belediyesi koordinatörlüğünde, İstanbul ve Paris belediyeleri ile binaların gaz tüketiminin izlemesi ile ilgili ortak bir çalışma yürütülmektedir (Koç ve Garip, 2008).

b) ENVER IPAB Projesi:

Kamuoyunda farkındalık ve davranış değişikliği yaratarak ülkemizdeki binalarda enerjinin etkin kullanılması yoluyla yerel kaynakların korunması, enerjide ithal bağımlılığının azaltılması ve daha az fosil yakıt tüketilmesi hedeflenmektedir. Hedef grupları arasında EİE personeli, ilköğretim, lise ve üniversite öğrencileri ile ev hanımları yer almaktadır (Koç ve Garip, 2008).

Türkiye’de Avrupa Birliği uyum süreci içinde enerji verimliliğini iyileştirmek amacıyla, EİE ve UETM ile işbirliği içinde bir araştırma yapılmış, bu araştırmanın neticesinde mevcut durum tespit edilmiş ve muhataplar, hedef kitle, geliştirilmesi ve yürütülmesi gerekli faaliyetler alanları belirlenmiştir. (MVV 2004)

Bunlar, politika desteği, yol gösterici hizmetler ve teknik yardımlar, bilgilendirme ve bilgi dağıtım hizmetleri, kapasite geliştirme ve eğitim, demonstrasyon, proje geliştirme ve yürütme hizmetleri, enerji verimliliği projeleri finansman kaynaklarına erişimi kolaylaştırmaktır.

Yukarıda sözü edilen çalışmada, Türkiye’deki mevcut binalarda enerji verimliliğindeki sorunlar belirlenmiş, nedenleri saptanmış, enerji verimliliğini artırmak için hedefler geliştirilmiş ve faaliyetler önerilmiştir. Saptanan sorunlar, binaların ısı kaybı, verimsiz kazan sistemlerinden kaynaklanan yüksek emisyonlar, binalarda enerji yönetiminin yokluğu ve enerji kullanımına yönelik tüketici bilincinin olmayışdır.

Bunların nedenleri ise, binaların yetersiz yalıtımı, düşük verime ve yüksek emisyonu sahip kazan sistemleri, teknoloji bilgisi ve uygulama bilgisi eksikliği, enerji tasarrufu için basit enerji tasarrufu teknikleri ve metotları ve parasal yararları hakkında bilgi eksikliği, Enerjiyle ilgili mevcut binaların denetlenmemesi, bina sahiplerinin rehabilitasyon için mali kapasitelerinin yokluğudur.

Bunları gidermek için yapılması gereken faaliyetler olarak ise, binaların yalıtımının geliştirilmesi, kullanıcılara bilgi sağlama için binaların sertifikasyonu, bina yapımını mekanizmaların belediyelerce oluşturulması, kömürden doğalgaza veya kalorifer ısıtmasından bölgesel ısıtmaya yakıt geçişi, mevcut binaların rehabilitasyonu için finansman modeli geliştirmek, enerji yönetimi ve ileri teknolojileri tanıtmak, yerel ve etkin ısıtma sistemlerini uygulamak, enerji tasarrufu yararlarını belirtmekle tüketici bilinçlenmesini sağlamak belirlenmiştir. (MVV, 2004)

2.2 Büro ve Enerji İlişkisi

Büro yapıları diğer yapılarla kıyaslandığında en yüksek enerji tüketimi miktarlarına sahip yapılardan biri olduğu görülmektedir. Ofis binalarının enerji tüketimi coğrafi konumlarına, ofis ekipmanlarının kullanım ve tiplerine, faaliyet programlarına, yapı kabuğunun tipine, kullanılan ısıtma soğutma ve havalandırma sisteminin tipine ve aydınlatma sistemi tipi gibi birçok etkene bağlı olarak yıllık 100 kWsaat/m² ile 1000 kWsaat/m² arasında değişim göstermektedir. Büro yapılarında enerjinin çoğunluğu ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için harcanmakta olup, önemli bir bölümü de ofis cihazları tarafından tüketilmektedir. Ofis yapılarında enerji kullanımına ilişkin, bazı Avrupa ülkelerinde yapılan proje ve araştırmaların sonuçları ile bazı Avrupa ülkelerinde farklı tipte ofis yapılarının enerji tüketimine dair kısıtlı istatistik bilgisi bulunmaktadır.

Büro binalarında enerji kullanımı ve iç mekân konforu birlikte düşünülmelidir. Enerji kullanımı çoğu zaman kullanıcılar tarafından ihtiyaç duyulan konfor için bir kısıtlayıcı önkoşul olarak görülür fakat pasif tekniklerin kullanımını ve doğal etkenleri esas alan bir tasarım ile de çok düşük maliyetlerle istenilen konfor koşulları sağlanabilir. Çoğunlukla yeni binaların, eski binalara nazaran daha prestijli ve konforlu bir çalışma ortamı sağladığı düşünülür.

Bu her zaman doğru olmak zorunda değildir, eğer doğru bir yenileme programı izlenir ise eski binalarda da yeni binalardaki konforu ve hatta kullanılan malzemeler ve alan açısından daha üstün standartları sağlamak mümkün olabilir. Sonunda tasarımın kalitesi ve büro binalarının işleyişi hakkındaki bilgi binanın enerji tüketimini belirleyecek olan etkenlerdir.

Bir büro binasında istenilen iç mekân koşullarını elde etmenin temel olarak iki yolu bulunmaktadır. Bunlar mekanik ve elektronik ekipmanlara dayalı sistemlerin benimsenmesi veya doğal aydınlatma, yalıtım, güneş enerjisi kazancı, pencerelerin düzenlenmesi gibi pasif etkenlerin kullanılmasıdır.

Günümüzde birçok yeni bina çevresel faktörler göz önüne alınarak tasarlanmak yerine tamamen yapay aydınlatma, mekanik ısıtma ve soğutma sistemlerine ve otomatik kontrol sistemlerine dayanarak tasarlanmakta, bu yaklaşım eski ofis binalarının yenileme projelerindeki yaklaşıma da yansımaktadır (Energy efficient office Refurbishment , Burton, Sala 2001).

Araştırmalara göre çevresel etkenleri gözötmeksizin sadece mekanik sistemlere güvenilerek tasarlanan binaların enerji kullanımları, çevresel etkenler ile uyum gözetilerek tasarlanan binalardan yüksektir. Pratikte birçok bina pasif sistemleri ve aktif sistemleri beraber karma olarak kullanmakta ve bu karma sistemlerin doğru planlaması ile istenilen iç konfor koşullarını en az enerji tüketimleri ile elde edebilmektedir.

Mekanik sistemler ile iklimlendirilen bir ofis istenilen konfor sıcaklığı değerinde sabit olarak koşullandırılabilirken, doğal havalandırma kullanılan bir ofiste sıcaklıklar yaz aylarında çok daha yüksek olabilir. Yapay aydınlatılan ve güneş ışıını kazançları ve kamaşmayı azaltmak için güneş kontrolü sağlayan camlar kullanılan bir ofiste gün boyu sabit bir aydınlık seviyesi elde edilebilir ancak optimum performans gösteren doğal aydınlatma sistemi ve açık dış mekân görüşü sağlayan bir ofis hem duygusal açıdan daha motive edici hem de kullanıcıların biyoryitmeleri açısından daha uygun olabilir. Bazı araştırmalar bir kişinin algıladığı konfor seviyesinde, o kişinin yerel çevresini kontrol edebilmesinin etkisinin önemini göstermiştir (Energy efficient office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Büro binalarında kullanıcı sağlığı açısından ısı ve görsel konfor koşullarının ve istenilen düzeyde iç hava kalitesinin sağlanması zorunludur. Bu zorunluluğun enerji giderlerinde önemli bir yer tutacağı açıktır. Bu açıdan aşağıda bu konular üzerinde durulmuştur.

2.2.1 Mimaride ısı konfor

Binalar barınma ihtiyacının giderilmesi ve eylemlerini sağlıklı bir şekilde gerçekleştirmeleri için kullanıcılara uygun koşulları sunmalıdır. Bunlardan birincisi dış hava koşullarından ayrılarak ısı konfor seviyesinde koşullandırılmış bir iç mekân iklimidir.

Isı konfor konusunda en çok kullanılan mimari standartlardan birisi olan ASHRAE insanlar için ısı konforu, iç çevre koşullarından tatmin olma durumu olarak tanımlamıştır (ASHRAE Standard 55).

Isı konforu sağlamak için kışın ısıtma yazın ise soğutma amaçlı enerji tüketilmekte, fosil tabanlı enerji kaynaklarının azalması ve maliyetlerin artmasının yanı sıra bu enerji elde edilirken çevreye verilen zarar gerekli ısı konforun elde edilirken minimum enerji sarf edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Givoni (1976) ısı konforun, insan vücudu ve çevre arasındaki ısı dengesinin korunması insanın sağlığı, konforu ve kendisini iyi hissetmesi açısından önemli olduğunu belirtmektedir. Isı konforun birinci amacı, insanla çevre arasındaki ısı dengesinin sağlanması ve vücut sıcaklığının korunmasıyla ilgilidir. Straaten (1967) ise konforun öznel olduğunu ve kişilere göre değişebildiğini savunur.

Sıcak ya da soğuk hissiyatı yaş, cinsiyet, sağlık durumu ve kıyafet gibi unsurlara bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle optimum bir ısı konfor noktası tanımlamaktansa bir konfor zonu oluşturmanın daha doğru olacağını ifade eder. Bu zon oluşturulurken; hava sıcaklığı, nem, kullanıcının eylem durumu ve üzerindeki kıyafeti temel değişkenler olarak ele alınmaktadır.

Daniel(1997) ise binaların insanlar için bir çevre oluşturduğunu açıklamış ve bir konfor zonu oluştururken yapının yaşayanlara sağladığı sıcaklığın yanında, binadaki akustiğin, ışık durumunun, hava kalitesinin(istenilmeyen koku, virüs, mantar varlığı gibi), görsel konfor(manзара gibi) gibi kriterlerin de ele alınması gerektiğini vurgulamıştır.

Mekân ısıtma ve soğutma yüklerinin iki bileşeni vardır. Bunlar hissedilen sıcaklık ve gizli sıcaklıktır. Hissedilen sıcaklık geçişi kuru termometre sıcaklığı ile ilgilidir. Bunun anlamı sıcaklık artışı iletim, ısıma veya taşınım yoluyla direkt bir değişim olduğunda hissedilebilir. Gizli ısı transferi ise havadaki nem miktarıyla ilişkilidir (Hunn, 1996).

Busch (1996) mekân ısıtma ve soğutma yüklerini dört ana etkene bağlar. Bunlar, konumdan kaynaklanan güneş ısı kazanımı, ısı iletimi, havalandırma ve iç yüklerdir. Bunlardan ilk üçü bina kabuğu vasıtasıyla kontrol edilebilir. Bina kabuğunu etkileyen yükler, genellikle binayı dışarıdan etkileyen hava sıcaklığı, güneş ışınlamı, nem ve rüzgâr gibi iklimsel elemanlardır. İklimden kaynaklanan yükler günün saatine ve mevsimlere göre periyodik olarak değişmektedir.

Isıl olarak konforlu hissedebilmek için kullanıcılar çok soğuk ya da çok sıcak hissetmemelidirler. Bu kullanıcıların onları kuşatan çevreyle ısıl olarak dengede olmaları demektir. Kullanıcıların ısıl dengelerini minimum enerji harcayarak sağlayabilmeleri gerekmektedir. Yapının içerisindeki iklimsel çevreyi kontrol etmek mümkündür, fakat dışarıdaki çevreyi kontrol etmek zordur. Bu durumda bina kabuğunun oluşturacağı dış çevreyle olan ısı alış verişini düzenlemek gerekir. Ana ilkim elemanlarının aldığı değerler birbiriyle etkileşir ve ısıl konfor hissiyatını etkiler.

Busch (1996) bu elemanları şöyle sıralar; sıcaklık, nem miktarı, güneş ışınlamı ve hava hareketleri. Bu elemanlar Olgyay (1973) tarafından biyoiklimsel grafik olarak tek bir grafikte gösterilmiştir. Bu grafiğin amacı, insanın konfor durumunda hissetmesine bağlı olan etmenlerin hepsinden faydalanarak bir değer elde etme yoluna gidilmesinin gerekliliğinin düşünülmesidir. Çevre verilerinin grafikte tanımlanan konfor sınırlarının dışına çıkması durumunda, çevreyi oluşturan fiziksel özelliklerden biri veya bir kaç değiştirilerek konfor durumunun sağlanması gerekmektedir. Givoni (1976) de, ısıl konfor derecelerinin bina içinde sağlanmasının bina kabuğu yoluyla, yapının içinin dışıyla oluşan ısı alış verişinin doğrudan bağlı olduğunu belirtmektedir.

2.2.2 Mimaride görsel konfor

Görsel konfor, ısı konfor ve enerji tüketimi birbiriyle bağlantılı üç kavramdır. Konforlu bir görsel ortam oluşturabilmek için iç hacimde öncelikle yeterli bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Yaz döneminde, güneş ışıını şiddeti çok yüksek olduğu zaman, ısı konfor koşullarını sağlayabilmek ve ısı kazancını azaltmak için güneş ışıınının binaya kontrollü olarak alınması gerekir. Kış döneminde ise, güneş ışıını mekânın ısıtma ihtiyacının bir kısmını karşıladığı için olumlu bir etki oluşturduğu söylenebilir.

Ancak çok geniş cam yüzeylere sahip binalarda aşırı ısınma problemi ile kış döneminde bile karşılaşılmaktadır ki buna karşı önlemler alınmalıdır. Pencere ve diğer cam yüzeyler ısı kayıp/kazanç durumları dikkate alınarak uygun malzemelerle ve sistemlerle tasarlanmalı, yüzey sıcaklıkları da mekânı kullanan insanların konforu ve enerji verimliliği düşünülerek sabitlenmelidir. Camın optik ve ısı özelliklerine de tasarım aşamasında karar verilmelidir.

Ofislerde aydınlatma tasarımında aydınlık düzeyi, parıltı dağılımları, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi, gölge ve ışık rengi önem taşımaktadır.

İnsanların görsel açıdan konforlu bir çevrede yaşayabilmeleri ve çalışabilmeleri için özellikle ofis yapılarında standart olan çalışma düzleminde 500 lux aydınlık düzeyini sağlamanın yanı sıra, uygun parıltı oranlarını sağlamak, ışık kaynakları ve yüzey yansıtıcılıkları gibi faktörleri dikkatlice incelemeyi gerektirmektedir. Görsel konfor için, görüş alanı içindeki en yakındaki iş alanı ile onu çevreleyen yüzeylerin parıltıları arasında bir denge kurulmalıdır. Böylece çok karanlık arka plan yüzeyler ve göz alıcı, parıltısı yüksek bir çevreden kaçınılmış olur. Görsel performans, iç hacimde doğru parıltı dengeleri veren bir aydınlatma ile güçlenmiş olur. Kontrast da sağlıklı bir görüş ortamı için gereklidir.

Görüş alanı içindeki bir objenin etrafında doğru ve düzgün dağılımlı parıltı, objenin şeklini ortaya çıkartmaktadır. Aksi durumlarda objelerin üzerinde Şekil 2.3 de görüleceği gibi istenmeyen gölgeler ve aydınlanmış yüzeyler oluşur bu da görsel konforu olumsuz yönde etkiler (Architerra, IEA, Energy Efficient Office Refurbishment 2001).



Şekil 2.3: Yanlış parıltı dağılımı kaynaklı kamaşma problemi (Energy Efficient Office Refurbishment Burton Sala 2001)

2.2.3 İç mekân hava kalitesi IAQ (Indoor Air Quality)

İç mekân havası, binanın kendisi, mobilyalar ve cihazlar ve bina sakinleri de dahil olmak üzere içeride bulunun kirlilik kaynakları tarafından kirletilmektedir. Kirletilen iç mekân havası sürekli olarak (taze ve vasıtalar veya diğer salım kaynakları tarafından kirletilmediği varsayılan) dış hava ile değiştirilmektedir. İç mekân hava kalitesi kirleticilerin kuvveti ve taze dış hava debisi arasında kurulan bir dengenin sonucudur. İstenilen düzeyde bir iç mekân hava kalitesinin sağlanması için önce kirlilik kaynaklarının engellenmeli, minimuma indirilmeli ve sonra kalan kirlilik seviyesi yeterli taze dış hava debisi sağlanarak kabul edilebilir seviyede tutulmalıdır.

Çoğu havalandırma standardı tüm kirlilik kaynaklarının gücünü kapsam dahiline almamaktadır fakat prENV 1752 Avrupa standardı farklı bina tipleri için, tahmini kullanıcı yoğunluğuna ve tüm kirlilik kaynaklarını kapsayan kat alanı başına bir hava akış debisi önermektedir.

Avrupa ofis binalarında yapılan bir IAQ araştırması çoğu binada standartlar tarafından öngörülen miktarların üstünde hava debisi sağlandığı halde kabul edilebilir iç mekân hava kalitesi koşullarının sağlanamadığını ortaya çıkarmıştır. Birçok vakada ana neden binanın kendisinin kullanıcılarından çok daha büyük bir kirlilik kaynağı olmasıdır. Bu yapı malzemelerinin, bitiş ve kaplama malzemelerinin, mobilyaların ve diğer ekipmanların az kirletici madde salımı yapan malzemelerden

seçilmesi ile engellenebilir. Sürekli olarak kullanımda olan binaların yenileme projelerinde dikkat edilmesi gereken çok önemli bir noktadır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

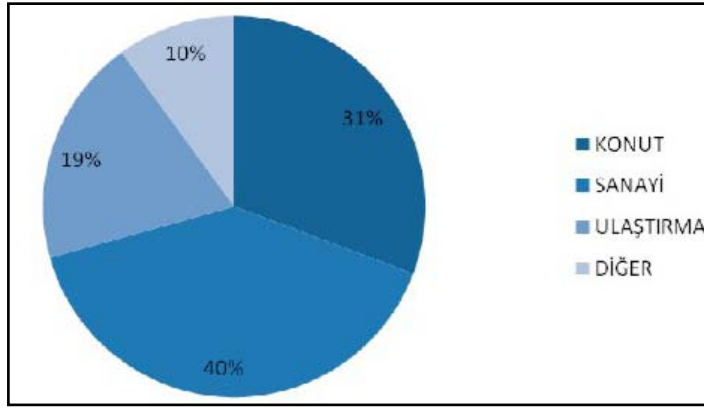
2.3 Büro Binalarında Enerji Etkinliğin Önemi

Yapıların enerji tüketimleri çoğunlukla inşaat sırasında ve kullanım sırasında olmaktadır. World Watch in araştırmasına göre dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık %40 kadarının yapıların inşaatı ve kullanımları sürecinde tüketilen enerji oluşturmaktadır. Yapı malzemeleri oluşturulurken, inşaat sahasına getirilmeleri sırasında, yapı üretim süreci ve enerji tüketiminin tepkimesi olarak çıkan sera gazları iklim değişikliğine yol açmakta, ozon tabakası inceltici kloro flor karbon bazlı gazlar dünyanın zararlı ultraviyole ışınlarına maruz kalmasına ve genel sağlık tehditlerine, sülfür bazlı (SO₂) gazlar ise havada hidrojen ve oksijen molekülleri ile birleşerek sülfürik asit (H₂SO₄) içeren yağmurlara neden olarak doğanın ve canlı hayatın zarar görmesine neden olur (World Watch Enstitüsü, 1995).

Mevcut binaların enerji tüketiminde oldukça önemli bir payı vardır, örneğin Avrupa ülkelerindeki mevcut binaların, Avrupa'nın 2050 yılında binalarda kullanacağı enerjinin 2/3'unu tüketeceği tahmin edilmektedir (Henderson ve diğ. 2001). Bu yüzden son yıllarda mevcut binalardaki enerji etkinliğini artırmak amacıyla, birçok ülkede konuya ilişkin standartlar, yeni teknolojilere uygun şekilde revize edilmektedir (Kavak, 2005).

IEA üyesi ülkelerin toplam nihai enerji tüketimlerinin yaklaşık üçte biri konutlar ve ticari binalarda gerçekleşmektedir.

Konutlar ve ticari binalar, petrol talebinde sadece %11'lik bir paya sahiptirler ve ulaştırma ve sanayi sektörlerinden daha az petrol tüketmektedirler. Ne var ki elektrik talebindeki payları IEA genelinde %60, AB genelinde en az %40 civarındadır. Pek çok IEA üyesi ülkedeki konutlarda alan ısıtma nihai enerji kullanımında en yüksek paya sahiptir; benzer şekilde su ısıtma da enerji tüketiminde rol oynayan önemli kalemlerden biridir. Ülkemizde de konutlarda enerji tüketimi giderek artmaktadır. Şekil 2.4 sektörlerle bağlı olarak enerji tüketimini vermektedir.



Şekil 2.4: Türkiye’de 2006 yılında tüketilen enerjinin sektörler arası dağılımı

(Kaynak: DİE 2006).

Binalarda enerji etkinliği sağlanarak çok yönlü fayda elde edilebilir; binadaki konfor koşulları iyileştirilirken, kullanıcı veya işletme bütçesindeki ısıtma ve elektrik giderleri azaltılabilir, en önemlisi iklim değişikliğinin önüne geçilebilir (Keskin, 2007).

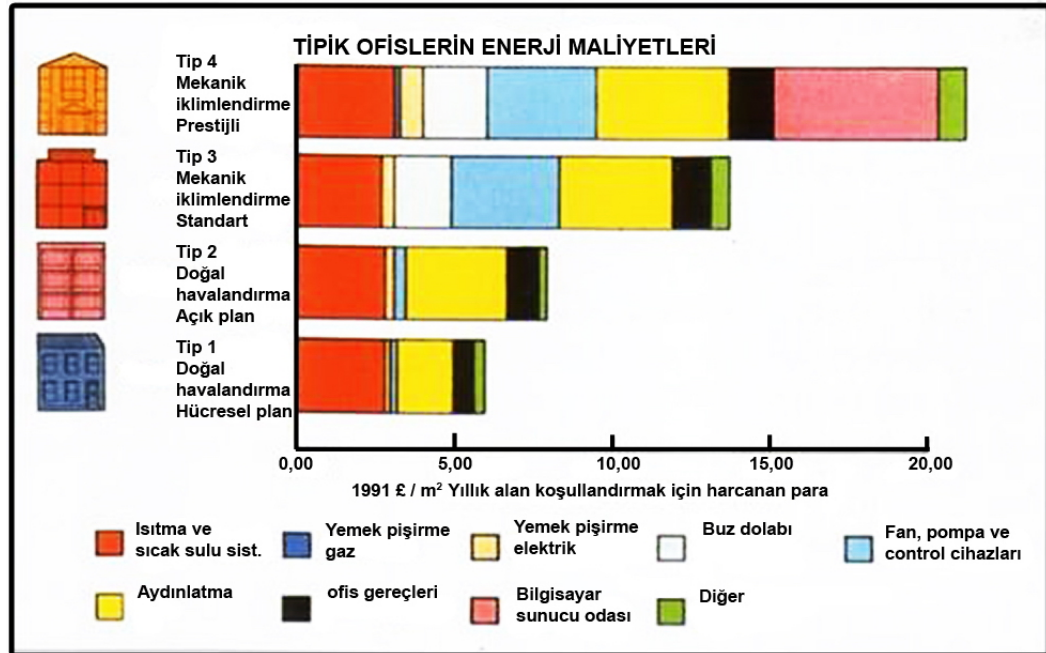
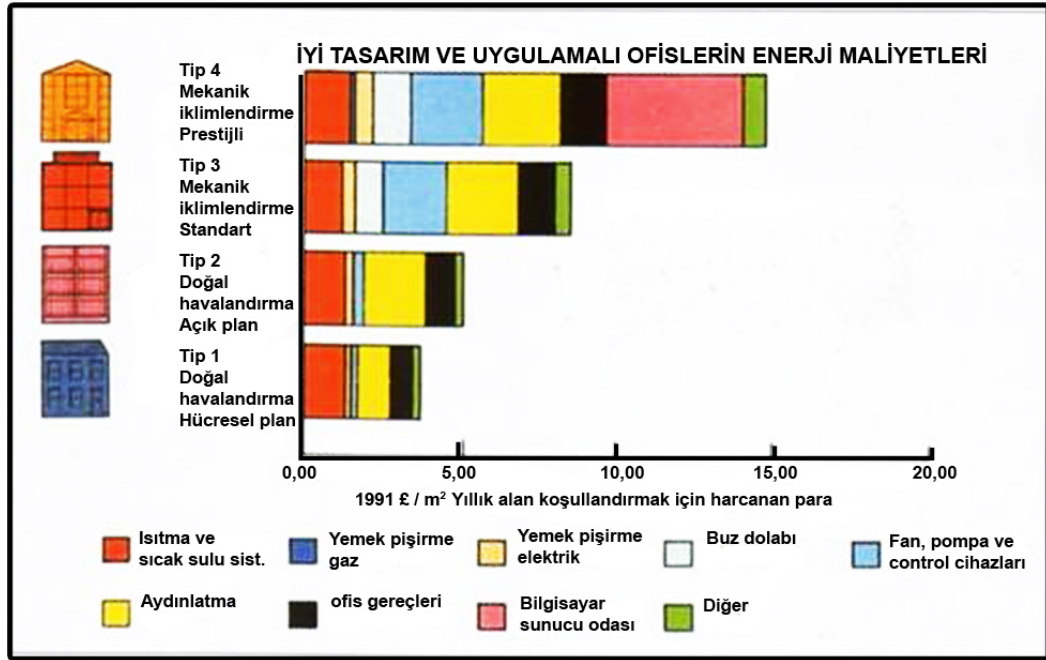
Büro binalarına özel olarak enerji verimliliğinin binanın kullanıcısı olan işletmelerin karlılıklarına direkt etkisi olacaktır. Bu noktada kiracı açısından binanın kiralanmasında önemli bir tercih nedeni oluşturacak, mal sahibi açısından ise mülkün daha yüksek ücretlere ve daha kolay kiracı bulması adına etkili olacaktır.

Son yıllarda küresel ekonomi ile entegrasyonu artan ülkemize birçok yabancı ve çok uluslu şirket gelmektedir. Bu şirketlerin birçoğunun ana ülkelerinde LEED, BREEAM gibi enerji ve çevresel tasarım ve kullanım standartları mevcuttur ve bu standartlar devlet teşviki, performans artırımı ve benzer nedenlerle şirket politikalarında yer edinmiştir. Bu yabancı şirketler ülkemizde açacakları ofisler için de aynı veya benzer sertifikalara sahip ve değerlendirme sistemlerinden iyi not almış mülkleri kiralamak veya satın almak eğilimindedirler. Bu şirketler ekonomik güçleri açısından Türkiye emlak sektöründe iyi bir alıcı konumundadırlar.

Yukarıda bahsedilen faktörler göz önüne alınarak mevcut binaların enerji etkinliğinin artırılması ve sertifikalandırılması, yeni binaların ise bu kıstaslar gözetilerek tasarlanıp inşa edilmesinin önemi açıktır.

Ülkemizde giderek önemi artan ve çalışanların yaşantısının önemli bir bölümünü geçirdiği büro binalarının enerji etkin yenileme çalışmaları da gerek kullanıcı sağlığı ve yaptığı işteki veriminin artırılması ve gerekse enerji ekonomisi açısından büyük

bir önem taşımaktadır. Şekil 2.5 Standart ofis tiplerinin iyi tasarlanmış veya yenilenmiş ofis tiplerine göre enerji tüketimlerini vermektedir.



Şekil 2.5: Standart ofis tiplerinin iyi tasarlanmış veya yenilenmiş ofis tiplerine göre enerji tüketimleri karşılaştırması. (Sol Power, Behling, Foster 1996)

3. MEVCUT BÜRO BİNALARININ ENERJİ ETKİN YENİLENMESİ

Bu bölümde mevcut büro binalarının yenilenmesi bütünleşik strateji, yenileme çalışmalarında ele alınan sistemler ele alınmıştır. Büro binalarında yapılan enerji etkin yenileme çalışmalarında gelişmiş ülkelerde çoğunlukla yapılan çalışmalar aşağıdaki başlıklarda irdelenmektedir.

- Mekân Isıtması
- Havalandırma
- Soğutma /Aşırı Isınmanın Engellenmesi
- Aydınlatma

Yukarıdaki başlıklar içinde irdelenen çalışmalar yenilemenin tanımı ve amaçları irdelendikten sonra açıklanmıştır.

3.1 Yenilemenin Tanımı ve Genel Bilgiler

Nilsson, Aronsson, Jamgemar (1994) bina yenileme çalışmalarının doğasının, binanın ve ekipmanların doğal yaşlanma sürecine, binanın içinde barınanların ihtiyaçlarının değişmesine ve gelişen teknolojinin binada bulunan mevcut teknolojinin yerini aldığı takdirde sağlayabileceği avantajlara bağlar. Binadaki yenileme ölçütlerinin en önemlilerinden biri de enerji etkinliğiyle ilgili olan ölçütlerdir.

Papadopoulos, Thedosiou ve Karatzas (2002) 1980'lerden önce inşa edilen yapıların çok enerji tükettiğini iddia etmiştir. Diğer bir taraftan bu binalarda enerji tasarrufu potansiyeli önemlidir. Bu 30-40 yaşını açan binalar için daha geçerliydi. Binanın ortalama yaşı 70 olarak düşünülürse, 30-40 yaşlarındaki bir binanın yenileme gerektirebileceği söylenilebilir. Ama kentsel alanlardaki yoğun bina talebi, daha eski binaları da tamir edip kullanmayı sürdürmeye sebep olmaktadır.

Bunlara ek olarak Balasas, Dascalaki, ve Kontoyiannidis (2003) yılında binanın yenilenmesinin, yeniden inşa edilmesinden nerdeyse 1/3' ü kadar ucuza mal olacağını iddia etmiştir. Binaların yenilenerek tekrar kullanılması halinde inşaat sektörünün kullandığı enerji %35-40 azaltabilmekte ve atmosfere salgılanan CO₂ %45 az olabilmektedir.

Binaların işletim masrafları zamanla artar ve gerekli tedbirler alınmazsa, tamir bakım ve yenileme çalışmaları yapılmazsa problemler artmaktadır. Bu yenilemeler, strüktürel elemanlara ve yapının enerji performansı, iç çevre kalitesini de artırabilecek onların kurulumuna odaklanmalıdır. Her hangi bir yenileme işleminde, hazırlık aşaması en önemli kısımdır, çünkü bina mevcuttur, durumu teşhis edilip, üzerinde çalışılarak, yenilikler değerlendirilebilir ve fiyat analizleri yapılabilir (Dascalaki ve Santamouris, 2002).

Bina yenileme çalışmaları, bina kabuğunu, ısıtma havalandırma soğutma ve aydınlatma sistemlerini kapsayan, bunların aktif ve pasif sistemler bütünlüğünde ele alınması gereken çalışmalardır. Bu yenilemelerin amacı; ısı, görsel konfor koşulları iyileştirilirken, yaşayanların iç mekânda yeterli hava kalitesini yaşayabilmeleri için binanın enerji performansını optimize etmektir (Dascalaki ve Santamouris, 2002).

Eski veya eski olmadığı halde ısı performansını yeterli olmayan yapıların yenilenmesi, enerji tüketimlerini düşürmek ve bina içi konfor durumunu iyileştirmek için gerçekleştirilir. Mevcut binalar yenilenirken enerji etkinlik faaliyetleri ekonomik uygunluk bakımından değerlendirilir, bina kabuğunun güçlendirilmesi veya değiştirilmesi, otomasyon ve kontrol sistemleri eklenerek kayıpların azaltılması, ısıtma soğutma sistemlerinin kısmen veya tamamen değiştirilmesi uygulanan başlıca değişikliklerdir (Chwieduk, 2002).

Avrupa Parlamentosu ve binalarda enerji etkinliği konseyinin direktiflerinde ise geleneksel ve modern yenileme seçenekleri şöyle sıralanmıştır.

- Yalıtım ve camlara odaklanarak bina kabuğunun güçlendirilmesi
- Sıcak su kazanlarının güçlendirilmesi
- Aydınlatma ve havalandırma gereçlerinin güçlendirilmesi
- Çevre dostu enerji üretim araçlarının kullanılması
- Biyoiklimsel bina tasarımı ve yönlendirilmesinin kullanımı

Biyoiklimsel bina tasarımı ve yönlendirilmesi, pasif güneş sistemleri binanın kullanmasını sağlayarak, mevsime ve iklime bağlı olarak güneşten mümkün olduğu kadar güneş enerjisi kazanmayı veya yapıyı güneşten korumayı sağlayan düşük enerjili mimariyi amaçlar. Biyoiklimsel tasarım bina çevresindeki ağaçları, bitkileri, aydınlatmayı da içerir (Chwieduk, 2002). Yenilenebilir enerji sistemlerin binaların enerji etkin yenilenmesinde uygulanması da modern yaklaşımlardan biridir. Güneş enerjisi yapılarda aktif ve pasif

şekilde, kullanılabilir. Avrupa Birliği Direktiflerine göre biyoiklimsel tasarım ve yapım binalardaki enerji ihtiyacını %60 düşürebilir (Chwieduk, 2002).

3.1.1 Yenilemenin amaçları

Mevcut binalarda yenileme genellikle aşağıdaki amaçları gerçekleştirmek için yapılmaktadır:

- Mevcut binanın değerini arttırmak veya eski değerine geri getirilmesi: Bu genellikle bina sahibinin ana amacıdır.
- Binanın yeni ihtiyaç veya kullanımlara uyarlanması: Bu genellikle kullanıcının ana amacıdır. Büro binaları sıklıkla mevcut bir organizasyondaki değişikliklere hizmet etmek veya yeni bir kullanıcının koşullarına uyum sağlamak için yenilenirler.
- İç mekân koşullarının iyileştirilmesi: Bu bir kullanıcının hedefi olabilir; hasta bina sendromunda olan binalar yenilenerek sağlıklı çalışma mekânlarına dönüştürülmelidir.
- Enerji tüketiminin azaltılması: Bu tip yenilemeler uzun vadeli devlet planlarının amacı olabilir ve yasa ile zorunlu hale getirilebilir.

İlk iki neden genelde yenileme projelerinin ana nedenleridir. Diğer iki neden bazı zamanlar aykırı olarak görülebilir fakat iyi planlanmış bir yenileme stratejisi tüm bu 4 amacı birden aynı anda yerine getirmelidir (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

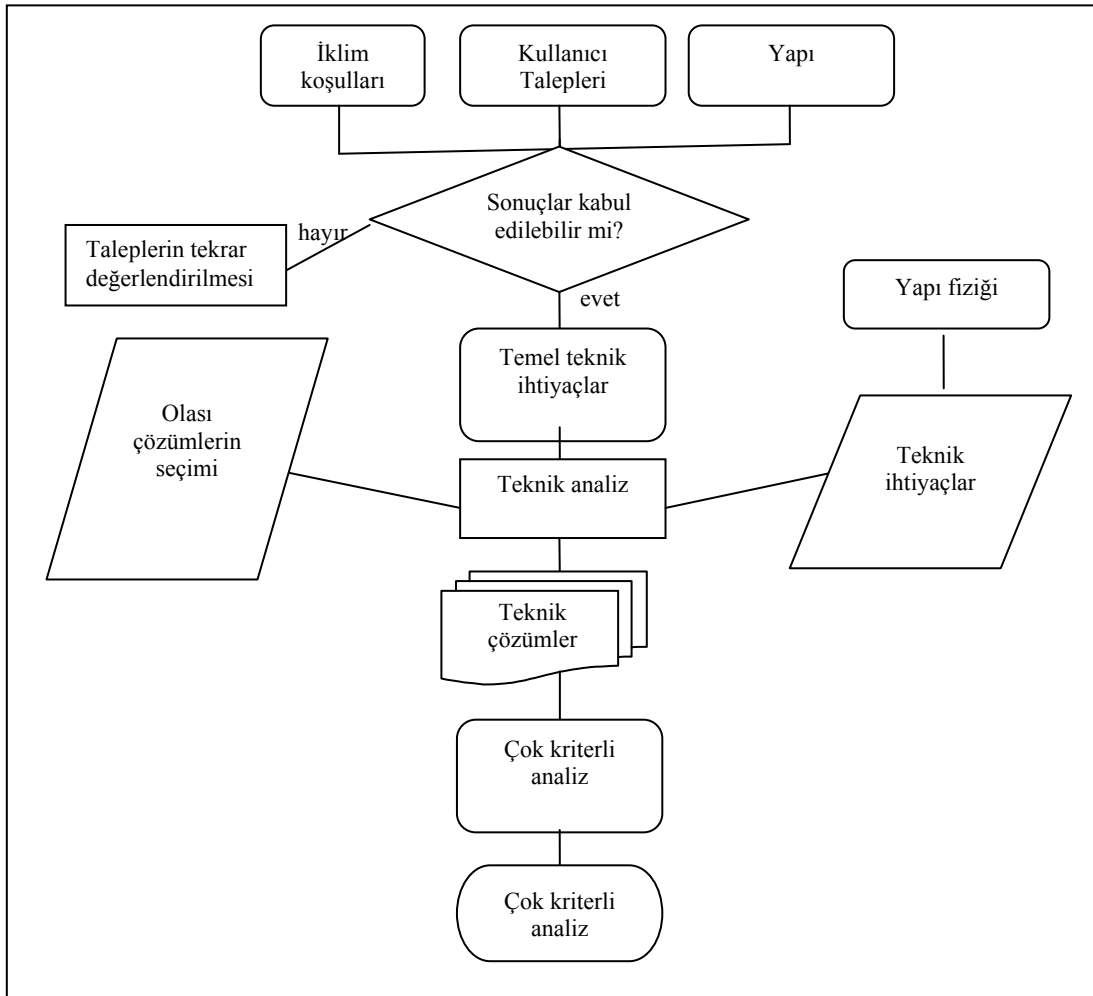
Enerji etkin yenilemede,

- Isıtma, soğutma hava akımı, yapay aydınlatma vb. etkenlere olan ihtiyacın azaltılması.
- Talebin mümkün olduğu kadarını pasif solar ısıtma, gece havalandırması ile soğutma, doğal havalandırma, gün ışığı kullanımı gibi pasif yöntemler ile karşılamak.
- Kalan ihtiyacı verimli ve iyi kontrol edilen elektronik ve mekanik sistemlerle karşılamak (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Genel strateji olarak görülmektedir.

3.1.2. Bütünleşik bir stratejinin önemi

Bir yenileme projesi, aşağıdaki mimari stratejilerin uygulanması ve bu stratejilerle aralarında güçlü etkileşim olan uygun teknolojilerin eşgüdümlü bir şekilde kullanılması ile başarıyla amaçlarına ulaşabilir. Bu eşgüdümlü strateji aşağıda şekil 3.1 de takip eden 6 adımı da içine alacak şekilde anlatılmıştır. (Energy Efficient Office Refurbishment 2001)



Şekil 3.1: Bütünleşik enerji etkin yenileme stratejisi adımları şeması (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001)

Adım 1. Kullanıcıların talep ve ihtiyaçlarını, iklimi, mevcut yapıyı ve yapı fiziğinin dikkate alınması.

- Kullanıcıların talepleri büyük önem taşır fakat hepsi tamamen yerine getirilemeyebilir bu durumda analiz yoluyla elde edilen geri dönüş makul bir anlaşmaya varılması için gereklidir.
- Yapı, pasif sistemlerin en yüksek seviyede kullanılabilmesi ve kullanıcı konforunun yükseltilmesi için yerel iklim koşullarına tamamen adapte edilmelidir.
- Mevcut yapı var olan problemlerin ve zaafların ve imkânların ortaya çıkarılması için denetimden geçirilmelidir.
- Yıl boyu termal konfor, iç mekân hava kalitesi ve havalandırma debisi, aydınlatma, gün ışığı kullanımı, akustik ve diğer genel çevresel Tüm ihtiyaçlar bu ilk adımda toplanmalı ve değerlendirilmelidir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Adım 2. Tüm ihtiyaçların ve olası neticelerinin analiz edilmesi.

Talep ve ihtiyaçların etkileşim ve getirileri gözönünde bulundurulmalıdır. Örneğin; güneş kontrolünün doğal aydınlatmayı etkilemesi ve soğutma yüklerini ve kamaşmayı azaltırken yapay aydınlatmaya olan ihtiyacı arttırarak aydınlatma enerjisini ayırması, pasif soğutmanın havalandırma ve güvenlik ile ilişkisi ve yerel kontrolün iç mekân iklimlendirmesini karmaşılaştırması gibi.

Eğer getiriler uyumsuz veya kabul edilemez ise talepler ve ihtiyaçlarda değişikliğe gidilmesi gerekebilir. Getiriler açık ve kabul edilebilir olduğu zaman bunlar teknik taleplere çevrilebilir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Adım 3. Teknik analizin yapılması.

Hem iç mekân hem de dış mekân koşullarının iyileştirilmesi için pasif çözümler ilk düşünülmesi ve mümkün olan noktalarda uygulanması gerekli olan yöntemlerdir.

Pasif çözümler kısıtlı miktarda mekanik ekipmanın kullanılması ile oluşturulan mimari çözümlere dayalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Adım 4. Tüm bileşenler arasındaki etkileşimi göz önüne alınması.

Yapıda iç mekân koşullarını ve kullanıcı konforunu etkileyen ve yapılacak müdahaleler neticesinde etkilenecek tüm bileşenler arasındaki etkileşim göz önüne alınmalıdır.

Örneğin güney cephesinde saydamlık oranı çok yüksek olan ofis mahallerinin saydamlık oranını düşürmek iç mekânda istenilen aydınlık seviyesinin doğal aydınlatma ile oluşturulamamasına ve yapma aydınlatma kullanılmasına yol açacaktır. Bu durumu göz önüne alarak doğru güneş kontrol elemanları tasarlanarak ve veya cam tipleri kullanılarak iç mekânda kamaşmaya yol açmaksızın doğal ışık ile ihtiyaç olan aydınlık seviyesi elde edilmelidir. Bu tip etkileşimler birçok sistem arasına bulunmaktadır ve bu etkileşimi göz önüne almadan yapılan yenileme müdahaleleri binanın iç mekân konfor koşullarını ve/veya enerji etkinliğini geliştirmeyecektir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

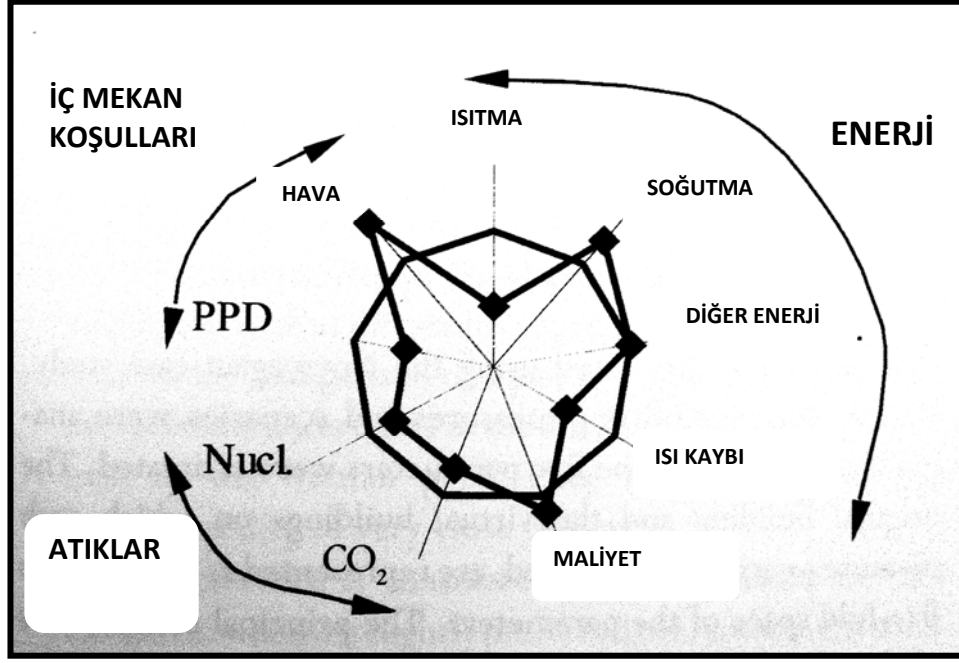
Adım 5. En iyi çözüm veya çözümlerin seçilmesi.

Yapılan analizler sonucu ve simülasyonlar sonucu ekonomik maliyet, getirdiği enerji tasarrufu, montaj ve uygulama kolaylığı gibi birçok etken göz önüne alınarak en iyi çözüm senaryoları veya birden fazla iyi sonuç veren senaryonun birlikte kullanımından oluşan en iyi çözümün seçilmesi gerekmektedir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Adım 6. Birden çok kriterli analiz.

Seçilen en iyi çözümünün uygulanması ile varılan yapının son hali iç mekân konfor koşulları, kullanıcı talepleri, atık miktarındaki azalma, enerji etkinliği geliştirmesi, ekonomik maliyeti ve geri dönüşü gibi birçok kriter açısından analiz edilmelidir.

Bu adım ile ofis binaları için enerji etkinlik açısından bir puanlama / sınıflandırma metodu önerilmektedir. Bu çok kriterli metot sayesinde eski veya yenilenmiş ofis binalarının sınıflandırılması, yenileme öncesi durumlarının belirlenmesi ve yenileme sonrası durumları ile kolay mukayesesinin sağlanması amaçlanmıştır. Bu metot önerisinin kriterleri ve aralarındaki ağırlık ilişkisi şekil 3.2 de şematik olarak açıklanmıştır (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).



Şekil 3.2: Önerilen çok kriterli analiz için ağırlıkla şeması
Binanın değerlerinin poligonunun içinde tutulmalı
(Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001)

3.2 Mekân Isıtması

3.2.1 Strateji

Eski büro yapılarında ısıtma için harcanan enerji toplamda kullanılan enerjinin büyük bir bölümünü oluşturur. Yeni ofis binalarında kazanılan ısının çoğu aydınlatma, ofis ekipmanları ve diğer kaynaklardan gelmekte salt olarak ısıtma için harcanan enerji havalandırma, aydınlatma ve ofis gereçleri tarafından tüketilen enerjiye oranla çoğu zaman ufak bir bölüm oluşturmaktadır. Bu nedenle ısıtma yükünü azaltmaya yönelik stratejiler genelde mevcut büro yapıları için anlamlıdır ve aşağıda adımları verilen strateji takip edilmelidir:

- Isı kayıplarını azaltarak alan ısıtmasına duyulan ihtiyacın mümkün olduğunca azaltılması.
- Isının uygun olan yerlerde pasif solar teknolojiler ve ısı geri kazanım sistemleri ile sağlanması.
- Geri kalan ısıtma ihtiyacının verimli iyi kontrol edilen mekanik sistemler ile sağlanması. (Energy Efficient Office Refurbishment 2001)

3.2.2 Alan ısıtması ihtiyacının azaltılması

Isı kayıpları, bu kayıplara katkıda bulunan toplam yüzey alanının azaltılması ve uygun yalıtım planları izlenerek kısıtlanabilir.

Yenileme projesinde uygulanabilir ana stratejiler:

- Bina tasarımı: Bitişik yapıların eklenmesi ve iç zonlama ile hacim / yüzey alanı orantısının düşürülmesi.
- Yalıtım: Duvar ve çatı izolasyonunun artırılması ve pencere ve cam doğramalarının ısı performanslarının artırılması; binaya yeni bir kabuk eklenmesi.
- Hava geçirimsizlik: Pencerelelerin az sızıntı yapan tiplerle değiştirilmesi, bina kabuğundaki çatlakların deliklerin kapatılması.

Olarak uygulanmaktadır

Bir yenileme projesinde toplam yüzey alanının azaltılması için yapının şeklinde değişiklik yapmak, mevcut yüzeylerin iyileştirilmesinden çoğu zaman çok daha zordur (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Tüm yapı tasarımı

Düşük yüzey alanı/ hacim oranına sahip binalar, ısı kayıplarının gerçekleşebileceği daha az yüzey alanına sahiptir bu nedenle alan ısıtması için daha az enerjiye gereksinim duyarlar. Cam ile kapatılmış atriumlar mevcut binalara eklenebilirler, bunlar aydınlık diye adlandırılan bölümlerden veya büyük orta avlulu planlara sahip yapıların avlularının kapatılması ile oluşturulabilir. Cam kapatma yoluyla dış iklim ile ilişkisi nispeten kesilerek oluşturulmuş olan bu çok katlı hacimler yapının önemli bir bölümünü, doğal aydınlatma veya doğal havalandırmayı etkilemeksizin dış iklime karşı yalıtılabilir (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Plan

Kat planının ısı zonlaması da ısı kayıplarını azaltabilir örneğin daha düşük sıcaklık seviyelerine ihtiyaç duyan dolaşım ve depolama alanlarının birlikte yapının kuzey cephesinde konumlandırılabilir. Ancak, çoğu yenileme projesinde bu tip değişikliklerin yapılma olanakları çok kısıtlıdır (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Yapı Kabuğu Yalıtımı

Yalıtım ısı kaybını azalttığı gibi, iç duvar yüzeylerinin de sıcaklığını değiştirecek ve kullanıcıların Isıl konfor algısını da etkileyecektir. Arttırılmış yalıtımının kullanıcı konforunu etkileyen ana etkenlerden birisi olduğu görülmüştür. (Energy Efficient Office Refurbishment 2001)

Duvarların, döşemelerin ve çatıların yalıtımları dışarıdan veya içeriden yapılabilir. Yapının soğuk tarafında yapılan yalıtım; ısı köprüsü etkisini azalttığı, daha düzenli bir yapı strüktürü sıcaklığı sağladığı ve olası yoğuşmaları dışarıda oluşmasını sağladığı, iç ısı kütleyi yüksek tuttuğu ve bu sayede gece havalandırması ile soğutmanın sağlanabilmesine olanak vermesi nedeni ile tercih edilmektedir.

Binanın sıcak tarafında yapılacak yalıtım çoğu zaman ısı köprülerine neden olacak, çatlaklarda yoğuşma riskini arttıracak ve termal kütleyi azaltacaktır. Ancak uygulanmasının daha kolay ve az maliyetli oluşu ve yapının görünümünü bozmaması nedenleri ile bazı yenileme projelerinde tercih edilmektedir. Bununla birlikte birçok ticari yapının yenileme projelerinde, yapının yeni bir görünüm kazanması talep edilen bir durum da olabilmektedir. (Energy Efficient Office Refurbishment 2001)

Saydam elemanlardan kaybedilen ısı enerjisi birçoğu durumda, eski binaların pencerelerinin ve doğramalarının tip, malzeme ve teknolojilerinin eski, ısı performanslarının düşük olması nedeni ile tüm ısı kaybının en büyük bölümünü oluşturmaktadır. Bir camın ısı kaybı, cam tabakasının bir yerine iki ya da üç katmanlı olması, bu katmanların arasının hava yerine düşük iletkenliği olan argon gibi bir gaz ile dolu olması ve Low-e düşük emissiviteli kaplamalar kullanılması durumunda yarıya hatta üçte bire kadar indirilebilmektedir. Ancak bu tip camların kullanılmasının gün ışığı geçirimini azaltabileceği ve kışın güneş enerjisi kazancını azaltabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kullanılan saydam eleman türüne göre ısı kazanç/ kayıp oranı büyük miktarda iyileşecektir. Pencere doğramaları izole edici malzemedan yapılmalı ya da ısı bariyerleri barındırmalıdır.

Örnek olarak, Norveç'teki Sentralbygg 1 ofis binasında eski çift katmanlı camların, Low-e kaplamalı ve Argon gazı dolgulu, çift katmanlı camlar ile değiştirilmesi enerji tüketimlerini %50 oranında azaltmış, enfiltrasyonun da azaltılmasının hesaba katılması ile toplamda üçte iki oranında tasarruf sağlamıştır (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Kontrol Dışı Hava Sızıntıları

Kontrol dışı oluşan hava sızıntıları (enfiltrasyon) bina kabuğundaki çatlak, baca ve eski havalandırma kanalları gibi deliklerden, kapı ve pencere gibi hareketli elemanlardan ve rüzgâr basıncı ile diğer yapı elemanlarının arasından sızan havanın sonucudur. Eski binalarda çoğu zaman enfiltrasyon oranları yeni binalara oranla çok daha yüksektir bu nedenle yenileme projesinde enfiltrasyonun azaltılması kışın ısı kayıplarını yazın ise ısı kazançlarını azaltarak ısıtma ve soğutmada harcanacak enerjiyi de büyük oranda azaltacaktır. Enfiltrasyonun azaltılması için aşağıdaki adımların takip edilmesi faydalı olacaktır.

- Kapı pencere pervazlarının mastik ile kapatılması.
- Eski veya yetersiz kapı ve pencere contalarının yeni ve daha iyi cins contalarla değiştirilmesi.
- Kullanılmayan bacaların, deliklerin, yapısal çatlakların, kablo kanal ve boru girilişlerinin etraflarının mastik ile kapatılması.
- Ana giriş lobisi öncesi bir rüzgârlık oluşturulması
- Tüm dış kapıların otomatik kapanır hale getirilmesi.

Yapının basınç testine alınarak, kontrol dışı hava sızıntılarına karşın alınan önlemlerin etkinliğinin miktarını daha detaylı hesaplanmasını sağlayarak kontrol dışı hava sızıntılarının daha da azaltılmasında etkili olabilir.

Ancak, enfiltrasyonun tamamen kesilmesi gerekli değildir. Amaç kontrol dışı enfiltrasyonun en düşük seviyeye indirgenmesi ve yeterli miktarda kontrollü havalandırma kaynaklarının sağlanması olmalıdır. Mekanik havalandırma sistemlerin bir ısı geri kazanım sistemi kullanılarak ısı kayıplarının azaltılması mümkündür.

Örneğin, Danimarka'daki Danfoss ofis binasında sadece pencerelerin etrafındaki çatlak ve açıklıkların kapatılması ısı kaybını %26 oranında azaltmış ve bu yenileme maliyeti 6 ay içinde geri kazanılmıştır (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

3.2.3 Ofislerin ısıtılması için güneş enerjisinin kullanılması

Bina kabuğunun ısı performansının artırılması, ısıtmanın gerekli olduğu kış dönemi boyunca enerji tasarrufu sağlar. Özellikle Kuzey İskandinav iklimleri başta olmak üzere bu dönemde iyi tasarlanmış toplama ve depolama araçları ile kazanılacak güneş enerjisi ısıtma enerjisine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte kışları saydam elemanlardan artan ısı kaybı göz önünde bulundurulmalıdır.

Pasif güneş enerjisi sistemleri ile temel yapı elemanları kanalı ile toplanarak, depolanan ve dağıtılan solar enerji yardımcı ön ısıtma enerjisinin azaltılmasında önemli bir rol oynar. Toplayıcı eleman genelde güneşe bakan pencereler olurken iç ısı kütlesi depolayıcı eleman görevi görür.

Pasif güneş sistemlerin yenileme projelerinde kullanmanın iki ana yöntemi vardır:

- Güneş ışınımı geçirimsizliği iyileştirilmiş camlar ve güney cephesinde artırılan saydamlık oranı
- Galeriler, atriumlar ve ikinci cepheler gibi yeni yaratılacak camlı alanlar.

Aktif güneş sistemlerinin alan ısıtması için kullanılması: Alan ısıtması için kullanılan aktif güneş sistemleri, güneş duvarları ve geleneksel güneş kolektör panellerini kapsamaktadır. Yenileme projeleri için en uygun tipler aşağıdaki gibidir.

- Güneş Duvarları: Saydam elemanlar ile izole edilmiş geleneksel güneş duvarları.
- Güneş panelleri: Havalandırma ön ısıtma havası için açık sistem toplayıcılar, geleneksel sulu sistem toplayıcılar.

Bazı yenileme çözümlerinde, güneş duvarların yaratılmasında, eski izole edilmemiş dış duvarların saydam elemanlar ile izole edilmesi ve güneş enerjisi sisteminin bir parçası olarak kullanılması, opak izolasyon kullanılmasına bir alternatif oluşturabilir.

Bu çözümde kullanılan saydam elemanlar cephenin dış etkenler tarafından daha da eskitilmesini engelleme ve binaya yeni bir görünüm katması açısından tercih edilebilir. Güneş duvarı kullanımının ön koşulu mevcut duvarın ısıtma kapasitesinin yüksek olmasıdır. Birçok mevcut kuzey ülkeleri ve soğuk iklim bölgesi yapılarında durum bu şekildedir. Böyle durumlarda güneş duvarından gece sırasında oluşacak ısı kaybını engellemek için saydam yalıtımmalzemesi kullanılması ve yaz dönemi aşırı ısınmanın oluşmamasına dikkat etmek gereklidir.

Alternatif bir yöntem açık, havalı güneş toplayıcılarının havalandırma havasını ön ısıtma için kullanılmasıdır. Bu alternatif mevcut duvarın yüksek ısıtma kapasiteye sahip olmasını gerektirmez.

Geleneksel sulu sistem güneş kolektörlerinin kullanılması da bir alternatiftir. Bu çözümün maliyet etkinliği toplayıcı panellerin eski cephe kaplaması veya çatı kaplamalarının yerine geçecek şekilde kullanılması ile artar fakat bu sistemin kullanılabilmesi için binada mevcut sıcak su ile çalışan ısıtma sistemi olmalıdır. Aksi takdirde bir ofis binasının sıcak su ihtiyacının enerji yükü muhtemelen çok düşük olacağından sistem mali açıdan kendini karşılayamayacaktır. (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

3.2.4 Ön yardımcı ısıtma

Tüm büro yapılarının özellikle kış sabahları bir miktar ön ısıtılmaya ihtiyacı vardır. Isıtma sistemlerinin büyük köklü yenileme projelerinde çoğu zaman değiştirilmeleri gerekmektedir.

Bu durumda binanın ısıtma ihtiyacı çok doğru bir şekilde hesaplanmalı, doğru kapasitede bir ısı kaynağı seçilmeli, sistem verimliliğini azaltan tüm boru ve kanallar izole edilmeli, ısı kaynağı olarak yoğunlaşma kazanı gibi yüksek verimli bir sistem seçilmeli; eğer eski kazan kullanılacak ise bir geri kazanım sistemi ile verimliliği arttırılmalı, elektrikten başka doğal gaz gibi nispeten temiz bir yakıt enerji kaynağı seçilmeli, ısıtmanın sadece gerçekten gerekli duyulduğu anlarda gerek duyulan kadar sağlanmasını sağlayan bir kontrol sistemi kurulmalıdır,

Mümkünse uzman danışmanlığı alınarak bir kojenerasyon tesisi kurularak soğutma sistemi beslenmeli, havalandırma sistemine bir ısı geri dönüşüm sistemi kurulmalı, kullanıcılar tarafından hali hazırda iyice kavranmış yerel kontrol sistemleri kurulmalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

3.3 Havalandırma Sistemi

Havalandırmanın amacı iç mekân hava kirlilik düzeyini kabul edilebilir bir seviyede tutmaktır. Bu birçok durumda taze hava debisinin artırılması ile sağlanabilmektedir. Ancak bu durum kışın ısıtma yüklerini yazın ise soğutma yüklerini artırır ve havalandırma fanlarının çektiği elektrikle de enerji kullanımı önemli ölçüde arttırabilir. Bu konuda aşağıdaki çözümler önerilmektedir:

- Bina kaynaklı kirlilik kaynaklarının azaltılması
- Belli kirlilik kaynaklarının zonlayarak (tuvalet, fotokopi odası, sigara odaları) sadece bu zonlarda emme yoluyla havalandırma yapılması.
- Taze havanın iç mekân hava kalitesini kabul edilebilir seviyelerde tutmak için nominal derecede ve çok iyi kontrol edilen mekanik havalandırma sistemleri ile sağlanması (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

3.3.2 Kirlilik kaynaklarının azaltılması

Ofislerdeki kirlilik kaynakları:

- Çalışanlar (solunum sırasında ürettikleri CO₂, kokular, su buharı, ısı).
- Binanın kendisi, kaplama malzemeleri, mobilyalar ve mobilyalarda kullanılan bağlayıcı malzeme ve yapıştırıcılar, halılar, boyalar, formaldehit ve diğer uçucu organik bileşen gazları salan tüm malzemeler.
- Yazıcı ve fotokopi makinaları gibi ozon gazı ve ısı yayan ofis gereçleri.
- Temizlik malzemeleri (hijyen için barındırdıkları amonyak ve klor gibi koku yayan maddelerden dolayı).

Gibi nedenlere dayanmaktadır. Eski binalar yapımları sırasında kullanılan izolasyon ve yangın geciktirici malzemelerin içinde asbest bulundurması, kullanılan borular ve boya malzemelerindeki kurşun nedeniyle zehirli kimyasallar yayarlar, yapı yenileme sırasında uzman ekipler danışmanlığında bu maddelerden arındırılmalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Tasarımcı çoğu zaman ofis gereçlerinden kaynaklanan hava kirliliğine müdahale edemez fakat projelendirme sırasında seçilen mobilyalarda, kaplama malzemelerinde boyalarda kullanılan kimyasalların formaldehit ve diğer zehirli uçucu organik bileşimler barındırmamalarına dikkat ederek, koku yapmayan, nemden kaynaklı küf barındırmayan anti bakteriyel halı ve kumaş kaplama malzemeleri seçerek hava kirliliğini minimum seviyede tutabilir.

3.3.3 Yerel hava kirliliğinin temizlenmesi

Yazıcılar, fotokopi makinaları ve diğer ofis gereçleri ve işlemlerinden kaynaklanan hava kirliliği çoğu zaman engellenememektir. Yüksek havalandırma debilerinden sakınmak ve bu kaynakların sebep oldukları kirliliğin genel alan havasına karışmasını engellemek için planlama esnasında bu kaynaklar; fotokopi, sunucu, yazıcı odaları, çay odaları, sigara odaları gibi belli bölgelerde gruplanmalı ve izole edilmeli ve bu bölgelerde kaynağa mümkün olduğu kadar yakın emiş ve üfleme ağızları konumlandırılmalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

3.3.4 Doğal havalandırma

Birçok mevcut eski ofis binası doğal olarak havalandırılmaktadır ve eğer yenileme sırasında bu durum yeterli iç mekân hava kalitesi sağlamak koşulu ile korunabilir.

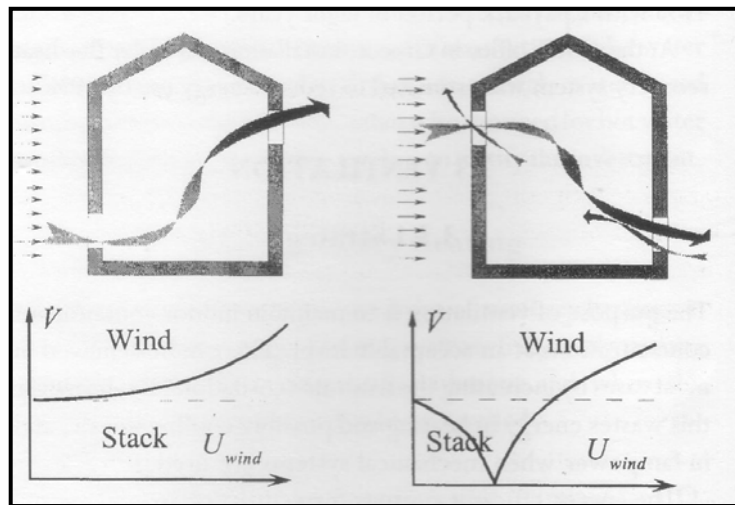
Rüzgâr etkileri ve iç dış hava sıcaklığı farkları bina kabuğu çevresinde basınç farkları oluşmasına neden olur. Bu basınç farkları, çatlaklar, açıklıklar (enfiltasyon) ve kanallardan (havalandırma) giren havayı doğal olarak hareket ettirerek yapının içinden geçirir.

Bu doğal güçler arasında büyük farklar olmasına bağlı olarak bu hava hareketlerinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu kontrol çatlak ve sızıntı noktalarının kapatılarak bina kabuğunun hava geçirimsizliğinin mümkün olduğunca artırılması ve havalandırmanın sağlanması ile yapılabilir.

Rüzgâr, hızı yükseklikte, topografyaya bağlı olarak ve basıncı çevre bina ve bitki örtüsüne bağlı olmak üzere binalar üzerinde basınç yaratır. Bu basınç bir yapıyı doğal olarak havalandırabilir(Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Baca etkisi rüzgâr olmadığı hallerde iç ve dış mekân hava sıcaklıkları arasındaki farkından kaynaklanan, yapının içi ve dışı arasındaki hava yoğunluğu ve basınç farklarının yarattığı bir etkidir. Bu etki havanın çok yoğun ve basınçlı olduğu bölgeden az yoğun olduğu bölgeye doğru hareket etmesini sağlar. Aynı etki bir yapının içindeki üst ve alt katlar arası ısı farkları ile de ortaya çıkabilir. Çoğu zaman üst katlar daha sıcak ve yüksek basınçlı iken alt katlar daha soğuk ve az basınçlıdır. Bunların eşitlendiği seviye natürel seviyedir. Bu durum bina içindeki açıklıklardan gerçekleşecek hava akımının yönünü belirler. Natürel seviyenin altında dış hava içeri girmek eğiliminde iken, içerde bulunan daha sıcak hava natürel seviyenin üstünden dışarı çıkmak eğilimindedir. Açıklıkların eşit olduğu alanlarda natürel seviye orta noktada konumlandırılır ancak bina içindeki sıcaklık kademelenmesi natürel seviyeye orta noktanın yukarısına doğru iter. Bu tip sıcaklık kademelenmeleri genelde büyük orta atriumlu binalarda oluşur. Hava çıkışını atriumun üst noktasında ve natürel seviyenin altında açılan tüm açıklıkların toplamından daha büyük bir açıklık, soğuk havanın gerekli olduğu tüm alt seviyelerden soğuk dış havanın içeri çekilmesini ve yukarı doğru hareket etmesini garanti edecektir.

Rüzgâr ve baca etkilerine bağlı olan basınç dağılımı birleştirilebilir. Çok katlı binalarda rüzgâr yönü baca etkisinden kaynaklı hava akımı ile aynı yönde olduğu sürece bu hava akımını güçlendirecektir. Baca etkisi için yerleştirilecek hava çıkışının rüzgâr yönü tarafında konumlandırılması tam tersi istenmeyen bir duruma yol açabilir.



Şekil 3.3: Rüzgâr yönü ve baca etkisi hava akımı yönleri aynı olma ve zıt olma durumları. (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001)

Verimli bir doğal havalandırma için prensipler aşağıda açıklanmıştır:

- Doğal havalandırma gürültülü veya dış hava kirliliğinin yüksek olduğu yoğun yapılaşmış bölgelerde kullanılmamalıdır.
- Bina kabuğu üzerinde konumlandırılacak ve basınç seviyelerini istenilen seviyelerde tutabilmek için ayarlanabilir hava kanalları haricinde tamamen hava geçirimsiz olmalıdır.
- Hava giriş ve çıkışları bilgisayar destekli hesaplama sistemleri ve testler ile dikkatli konumlandırılmalı ve büyüklükleri ayarlanmalıdır.
- Odalar için çapraz havalandırma yapılmalıdır. Derinliği yüksekliğinin 3 katından fazla olan odalar çapraz havalandırma olmaksızın verimli olarak havalandırılmaz fakat çapraz havalandırma yapı içinde yüksek rüzgâr hızlarının ortaya çıkmasına neden olabilir.
- Çok basit durumlar haricinde hava hareketleri bilgisayar destekli programlar ile modellenmeli ve analiz edilmelidir.
- Soğuk iklimlerde dış hava sıcaklığı ön ısıtma yapmaksızın kullanılmak için çok düşük sıcaklıkta olabilir, bu duruma gerekli önlemler alınmalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001)

3.3.5 Mekanik havalandırma

Şehirlerin yoğun yapılaşmış ve korunaklı, hava kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerde yer alan derin planlı ofislerde doğal havalandırma ile hedeflenen iç hava kalitesi sağlanamayabilir. Yazın ulaşılan dış mekân hava sıcaklıkları, iç mekânda kabul edilebilir sıcaklıkların elde edilebilmesi için, havalandırmada kullanılmadan önce soğutma ihtiyacı yaratabilir. Yenileme projelerinde mevcut durumda var olan bir mekanik havalandırma sisteminin performansı iyileştirilebilir veya öncesinde doğal olarak havalandırılan bir büro yapısında daha uygun iç mekân koşullarının elde edilebilmesi için mekanik bir sistemin gerekli görülmesi durumunda verimli bir mekanik havalandırma sistemi yapıya uygulanabilir.

Yılın belli zamanlarında veya yapının belli bölümlerindeki koşullara göre doğal havalandırma mekanik havalandırma ile desteklenebilir veya mekanik havalandırma doğal havalandırmanın tamamen yerine geçebilir. Yüksek enerji tüketimi açısından tüm yıl boyu mekanik havalandırılma kullanılmamalıdır.

Bir kısmı veya tamamı kullanılmaya devam edilecek bir mekanik havalandırma sistemi yenileme projesi sırasında renkli gazlar ile ve ısı performans testleri ile sızıntılara ve izolasyon kaçaklarına karşı kontrol edilmelidir. Bazı durumlarda kaçakların tespit edilip onarılmaya çalışılması tüm kanalların tamamen yenileri ile değiştirilmesinden daha maliyetli olabilir.

Dış alanda yeterli seviyede temiz hava bulunması ancak hava akımını sağlayacak yeterli doğal güçler olmadığı durumlarda dış havanın bina içine itilmesi ve dışarı çekilmesine mekanik sistemler (üfleme ve emme fanları) ile destek sağlanabilir.

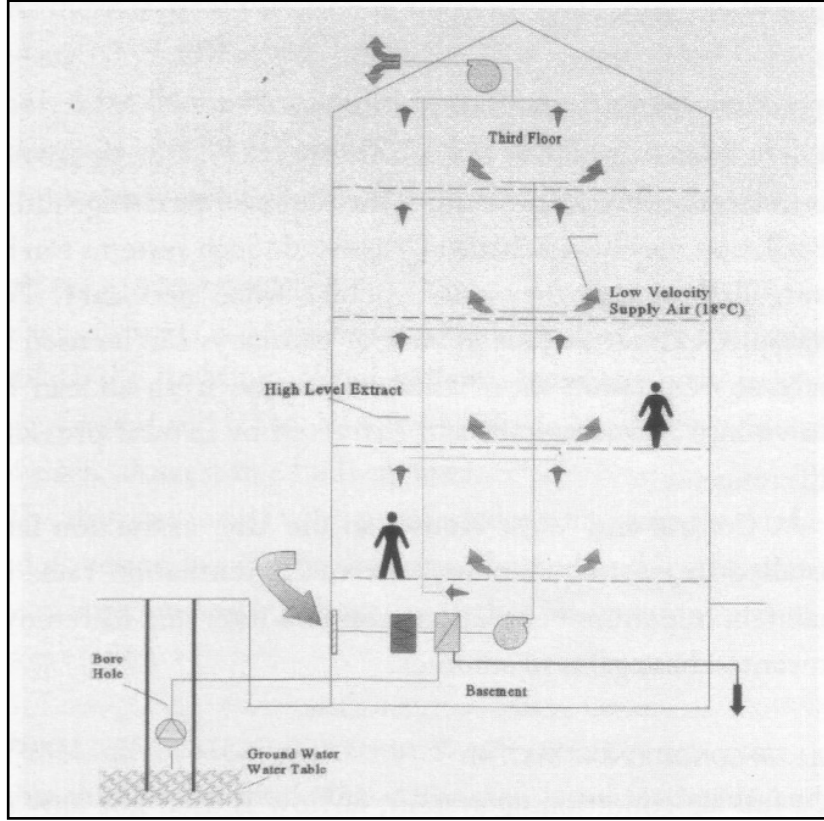
(Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001)

HVAC İklimlendirme Sistemleri

HVAC iklimlendirme sistemlerinde, hava akışı sadece taze hava sağlamak ve kirliliği azaltmak için değil aynı zamanda ısıtmayı ve soğutmayı da sağlamak için kullanılır. Havanın ısı kapasitesi suya oranla daha düşük olduğu için, iyi izole edilmemiş büro yapılarında ısıtmayı ve soğutmayı sağlamak için yüksek hava debileri gerekebilir bu durum enerji tüketimini çarpıcı derecede artırır. Enerji verimliliği aşağıda belirtilen adımlar ile oluşturulabilir.

- Mevcut sisteme ısı geri kazanım sistemi eklenmesi
- Kontrol sistemlerinin artırılarak aynı havanın hem ısıtılıp hem soğutulması engellenmesi
- Pencerelerin açılması gerektiği durumlar için pencerelere havalandırma sistemini kapatan anahtarlar yerleştirilmesi.
- Mevcut sistemin yer değişim esaslı havalandırma sistemleri ile değiştirilmesi
- Eski fanların ve kanal sisteminin daha verimli fanlar ve düşük dirençli kanal sistemi ile değiştirilmesi.
- Hava debilerinin ihtiyaç duyulan minimum seviyelere indirilmesi.

Yer değiştirme esaslı havalandırma sistemlerinde çok düşük debide mekândaki havadan az miktarda daha soğuk hava zemin döşemesi seviyesinde mekâna üflenir ve iç ısı kaynaklarını yaydığı ısı ile ısınarak yukarı üstteki eski havayı egzoz çıkışlarına doğru iter. Yer değiştirme esaslı havalandırma sistemleri tek başlarına soğutma amaçlı kullanılmak için yeterli değildirler (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Yer değiştirmeye dayalı havalandırma sistemleri prensip şeması. (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001)

3.4. Soğutma /Aşırı Isınmanın Engellenmesi

3.4.1 Strateji

Yenileme projesi aşırı ısınmayı engellemek ve soğutma sağlanması için aşağıdaki politikayı benimsemelidir.

- İstenmeyen güneş ışıınımı kazançları dâhil tüm ısı kazançlarının azaltılması
- Kalan ısı kazançlarının doğal havalandırma, ısıl kütle ve hava hareketi ile atılması.
- Eğer gerekli ise sadece gerekli olduğu zaman ve noktalarda mekanik sistemler ile soğutma yapılması.

Bunların sağlanabilmesi için gerekli yenileme müdahaleleri aşağıdakileri kapsayabilir.

- Bina kabuğunun iyileştirilmesi (yalıtım ve güneş kontrolü)
- Aydınlatma sisteminde, lamba türlerinde ve kontrol sistemlerinde yapılacak geliştirme ve değişiklikler.
- Pasif soğutma teknik ve sistemleri kullanımı.
- Mevcut mekanik soğutma sisteminin verimliliğini ve enerji etkinliğini arttırmak

3.4.2. Isı kazançlarının azaltılması

Bürolardaki ana ısı kazançları camlardan ve strüktür yoluyla elde edilen güneş ışıınımı kazançları, yapay aydınlatma, bilgisayar vb. ofis ekipmanları ve kullanıcıların metabolik sıcaklıklarıdır. Tasarımcı ilk iki kazancı doğrudan azaltabilir.

Bina kabuğunun yalıtılması:

Cephelerdeki opak elemanların ve özellikle çatının yalıtımının arttırılması güneş ışıınımından ısı kazançlarının azaltılmasında izlenebilecek en basit yollardan birisidir. Çatı yalıtımının arttırılması üst katların aşırı ısınmasını engellemek adına güneş alan cephelerdeki strüktürün yalıtımının arttırılması ise ısıl kütlenin içeride tutularak gereksiz ısı depolamasını engellemek adına faydalı olacaktır. Bu yöntemin maliyet etkinliği mevcut yalıtım miktarına ve binanın tipine göre değişmekte fakat genelde soğutma enerjisinden edilen tasarruf % 3 - 6 aralığında sınırlı kalmaktadır.

Pencerelerin ısı kazancı ve soğutma yükleri üzerindeki etkisi çok büyüktür. Isı transferi camlarda, opak elemanlara göre çok daha fazla gerçekleşir bu nedenle cephelerin saydamlık oranının kışın ısı kaybını ve yazın aşırı ısı kazancını engelleyecek şekilde optimize edilmesi gerekir. Saydam elemanlarda kullanılan cam cinsinin süper low E kaplamalı güneş ışıınımını az geçiren camlar ile değiştirilmesinin ısı kazancının azaltılması açısından etkili olmaktadır.

Bazı direkt güneş enerjisi kazançları kışın ısıtma döneminde faydalı olabilecekken, güneş kontrolü elemanları yazın içeri giren ve aşırı ısınmaya yol açan direkt güneş ışığını azaltır. Buna ek olarak güneş kontrolü elemanları çoğu zaman direkt düşen güneş ışınlarını keserek kamaşmayı engellemek ve görsel konforu arttırmak için de kullanılır. Güneş kontrolü dışarda, orta katmanda veya içeride olabilir.

Dış güneş kontrol elemanları sabit ve hareketli elemanları kapsar. Sabit yatay pencere üstü konsol çıkmalar ve güneş kırıcı flaplar, düşey pencere yanı paneller, yansıtıcı cam filmleri, hareketli yatay ve düşey güneş kırıcı flaplar, düşey rulo perdeler ve tenteler. Tüm sabit elemanlar kısmi gölgeleme sağlarken, doğal aydınlatmayı ve dış görüşü azaltır. Eğer dış görüşü tamamen kesmiyorlar ise doğu ve batı cephelerinde faydaları çok azdır. Genelde güney cephelerinde, yatay kış güneşini içeri alıp dik açı ile gelen yaz güneşini keserek aşırı ısınmayı engeller faydalı olurlar.

Hareketli sistemler el veya otomatik olarak ayarlanabilmeleri ile güneşin sadece gerekli olduğu ve istendiği zamanlarda engellenebilmesine olanak sağladıkları için daha esneklerdir. Bazı prizmatik yüzeyli paneller veya zikzak şekilli paneller güneş ışınlarının bir kısmını içeri (genellikle tavana) yansıtarak iç mekânda yeterli aydınlık düzeyinin sağlanmasına katkıda bulunurlar.

Orta Katman Güneş kontrol Elemanları, genel olarak toplanabilen jalûzi tipi veya rulo perde tipi gölgeleme elemanlarıdır ve 3 katmanlı camların dış iki cam katmanı arasında kullanıldıkları zaman iç solar kaynaklı ısı kazançlarını engellemekte çok faydalıdır.

İç Güneş Kontrol Elemanları, çok yaygın, kullanıcılara kontrol imkânı sağlayan, kolay monte edilen, düşük maliyetli sistemlerdir fakat içeri girerek üzerlerine düşen güneş ışınlarından dolayı oluşan iç ısı kazançları yapı içinde kalacağından bu kazançların azaltılmasında faydaları azdır.

3.4.3 Doğal havalandırma, ısı kütlesi ve arttırılmış hava hareketleri ile pasif soğutma

Doğal Havalandırma: Eğer dış hava sıcaklığı ofis yapısı için tasarlanmış sıcaklıktan düşük veya eşit ise doğal havalandırma fazla ısıyı yapı dışına atılması için kullanılabilir. Bu durumlar haricinde mekanik havalandırmaya başvurulmalıdır.

Isıl Kütlenin Kullanılması: Yapı strüktürü içinde ısı depolanması gündüz sıcaklık dalgalanmalarını engelleyebilir. Gündüz ısı depolayan döşeme plakları ve iç bölücü duvarlar gece havalandırması ile soğutulur ve bu soğuk yüzeyler ve gündüz serinletici olarak görev görebilir. Dış duvarlar ve çatılar da güneş enerjisi yoluyla ısınmadıkları sürece aynı görevi görebilir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Isıl kütlenin etkin kullanımı için aşağıda bazı öneriler sunulmuştur:

- Mümkün olan yerlerde asma tavanın kaldırılarak beton döşemelerin açığa çıkarılması.
- Eğer gerekli ise serbest asılan paneller kullanılarak havanın beton boyunca dolaşımının sağlanması.
- Duvarlar ve çatılarda dış ısı yalıtımı kullanılması, iç mekânda kullanılmaması.
- Tepe açıklıkları olan özel tasarlanmış pencereler kullanılarak gece havalandırmasının sağlanması.
- Açılabilen pencere bariyerleri ve perdeleme elemanları gibi güvenlik unsurları yerleştirilmesi
- Eğer güvenlik ve diğer olası konular nedeni ile gece havalandırması sağlanamıyorsa, kullanacağı elektrik enerjisi gözetilmek şartıyla mekanik havalandırma kullanılabilir.

Pencere ve menfezlerin açılması ve kapanması için; mekanik havalandırmanın dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığından düşük olduğunda başlatılması ve bina kullanılırken iç hava sıcaklığının konfor sıcaklığının altına düşmesi halinde durdurulması için otomatik bir akıllı kontrol sisteminin kullanılması yararlıdır.

Gece havalandırması en etkili pasif soğutma sistemlerinden birisidir ve birçok büro yapısı enerji etkin yenileme stratejisinde kullanılması tavsiye edilen bir sistemdir.

Gece havalandırmasının etkinliği iç mekân ve dış alan arasındaki sıcaklık farklarının fazlalığı ve gece yüzeylerden geçen hava akımı hızının artırılması ile artar.

Sadece doğal havalandırma kullanıldığı durumlarda işletme maliyetleri minimum ve geri ödeme süresi genelde çok kısadır. Gece havalandırmasının mekanik sistemler ile sağlandığı durumlarda fanların harcayacağı elektrik miktarı hesaba katılmalı ve mali etkinliği önemli ölçüde düşüreceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Hareketli Havanın Kullanılması: Hava akımları, iç hava sıcaklıkları tasarım hava sıcaklıklarını aşsa da bir ısıl konfor hissi yaratır. Bu hava akımı pencerelerin açılması veya tavan pervaneleri ile sağlanabilir. Tavan pervaneleri 1,0 m/s hava sürati ile çalıştırıldıklarında cereyan ve ses yapmaksızın konfor sıcaklığını 27°C - 29°C ye kadar yükseltebilir ve bu mekanik sistemlerin soğutma yüklerini azaltır.

Bu şekilde edilen tasarruf ile fanların maliyet geri ödeme süreleri 6 ay ile 7 sene arasında değişebilmektedir. Örneğin, Yunanistan Aget büro binasında tavan pervanelerinin kullanımı soğutma yüklerini %30 düşürmüş ve bu yatırımın maliyet geri ödeme süresi 3 yıl olmuştur (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

3.4.5 Soğuk tavan

Soğuk tavanlar ve kirişler mevcut ofislere uygulanabilir ve eğer tavan yüksekliği az ise çok kullanışlı olabilirler. Radyant soğutma sağlayarak pasif soğutmaya destek olurlar ve azami soğutma yüklerini azaltırlar. Hava kalitesini sağlamak ve yoğuşmayı engellemek için soğuk tavan sistemleri düşük debili ve düşük hızlı havalandırma sistemleri ile kullanılmalıdır. Bu genellikle yer değiştirme sistemli bir havalandırma sistemi ile olmaktadır.

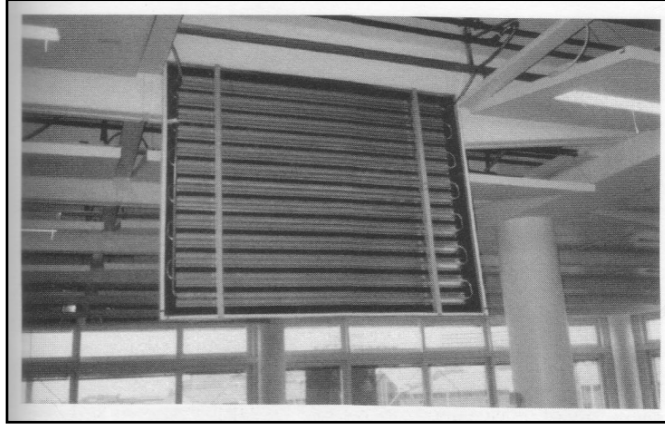
Radyant soğutma sistemleri cebri bir hava akımı kullanmadıkları için ortamda üniform bir sıcaklık kademelenmesi ve kullanıcılar için çok konforlu bir ortam yaratırlar. Genel olarak soğuk tavan sistemleri 100 W/m² e kadar soğutma yüklerini karşılayabilirken hava kanallı sistemlerin ihtiyacı olandan %50 daha az tavan alanına gereksinim duyarlar. Soğuk tavan sistemlerinin bazı avantajları aşağıda açıklanmıştır:

- Soğuk tavan sistemleri yüksek sıcaklıklarda çalıştıklarından (16°C ortalama yüzey sıcaklığı), chiller üniteleri de daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilir, bu durum verimin artmasını ve enerji maliyetlerinin düşmesini sağlar.
- Soğuk tavan sistemleri ve yer değiştirmeye dayalı havalandırma sistemleri hava değişim oranları konvansiyonel sistemlerle karşılaştırıldığında, (2-3 defa ya karşılık konvansiyonel sistemlerde 6-10 defa) hemen hemen hiç hava akımı yaratmazlar (cereyan) ve sessiz çalışırlar.
- Eski binalarda radyant soğutma panelleri modüler asma tavan sistemlerine sonradan monte edilerek kanal temelli sistemler göre daha çok tavan yüksekliği elde edilmesini sağlar.
- Radyant paneller hem ısıtma hem soğutma amaçlı kullanılabildikleri için konvansiyonel ısıtma soğutma sistemlerine oranla ihtiyaç duyulan ekipman miktarını azaltır.

- Isı eşanjörü yoluyla toprak veya nehir suyu kullanılarak "bedava soğutma" mümkün olabilir.
- Uç durumlarda yoğuşmanın engellenmesi için sistem çalışma sıcaklıkları ve nem oranları çok dikkatlice hesaplanmalı ve planlanmalıdır. Açılır pencerelerle beraber kullanım söz konusu ise pencerelere kesme anahtarları monte etmek gerekli olabilir.

Yer değiştirme tabanlı havalandırma sistemlerindeki yükselen hareketli hava ile soğuk tavan panellerinin yarattığı hava hareketi kesişebilir ve kısmi hava karışımları oluşabilir. Bu durum soğuk tavan panellerinin hava boşlukları ile ayrılmadığı, birbiri ardına kesintisiz yerleştirildikleri durumlarda daha nadir oluşur.

Metal radyant paneller ses yansıtıcı olduklarından akustik kaliteyi düşürebilirler bu nedenle ses yutucu paneller ile birlikte kullanılmalıdırlar.



Şekil 3.5: Hollanda Enschede vergi bürosundan bir soğuk tavan paneli örneği
(Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001)

3.5 Aydınlatma

3.5.1 Strateji

Ofislerde yapay aydınlatma tüm enerji tüketiminin %50 sine kadar bir bölümünü oluşturabilmektedir. (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001). Ofis çalışma saatleri gündüz saatleri olduğundan bu enerjinin büyük bölümü gün ışığı ile doğal aydınlatma kullanılarak azaltılabilir. Deneyimler göstermiştir ki yapay aydınlatma artan gün ışığı miktarını hesaba katacak şekilde kontrol edildiği durumlarda toplam aydınlatma enerjisinde %35-%75 oranında tasarruf sağlanabilmektedir. (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Buna karşın bürolara doğal aydınlatmanın dâhil edilmesi beraberinde ısı kaybı veya aşırı ısınma, kamaşma ve bazen güvenlik ve yangın güvenliği gibi bir takım problemleri de getirmektedir. Tüm bu olası sorunlara dikkat ve önem gösterilmelidir (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Aşağıda düşük enerjili aydınlatma stratejisi için bazı öneriler sunulmuştur:

- Kışın ısı kaybı yazın ise aşırı ısınma göz önünde bulundurularak pencere, çatı penceresi ve atriumlardan gün ışığı alımı optimize edilmelidir.
- Yaz aylarında aşırı ısınmayı engellemek için bir güneş kontrolü tasarlanmalı.
- Sistem olası kamaşma sorunlarına karşı kontrol edilip uyarlanmalıdır.
- Gün ışığının çeperden ofis alanının derin noktalarına kadar dağılımı sağlanmalı.
- Enerji etkin aydınlatma aygıtları kullanılmalı
- Yapay aydınlatmanın verimli ve etkili kontrolü sağlanmalı.

3.5.2 Gün ışığı alımının optimize edilmesi

Yenileme sıklıkla pencerelerin değiştirilmesini kapsamaktadır.

Işık geçirimsizliği yüksek bir cam tipi seçilmeli ve eğer mevcut pencere açıklıkları büyük ise bundan ödün vererek tam saydam camlar yerine az da olsa yansıtıcı camlar ve iki veya daha fazla katmanlı içi argon gibi düşük ısı iletkenlik özelliğine sahip gazlarla dolu cam kullanılabilir.

Böylece gün ışığı alımı ve güneş ısı kazançları ve kışın ısı kayıpları arasında denge sağlanabilir.

Köklü tadilat ve yenileme projelerinde cephelere büyük müdahale ve değişiklikler yapılması mümkün olduğunda, pencerelerin konumları doğal aydınlatma tasarımında ve direkt güneş ışığının kontrolü konusunda en büyük önemi taşıyacaktır. Güney bölgelerde kuzeye bakan pencereler tercih edilirken, kuzey bölgeler ve soğuk iklimlerde kışın güneş ısı kazançları düşünülerek güneye bakan pencereler tercih edilecektir.

Ofislerde gün ışığı kullanımında çatı pencereleri, atriumlar ve güneş kontrolü sık kullanılan sistemlerdir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Çatı pencereleri: Çatı pencereleri binaların üst katlarına gün ışığı alınmasında etkin bir yöntemdir, ancak dış mekân hakkında görsel bir veri alınamaz. Çatı pencerelerini koridorlar gibi gün ışığı alması olası olmayan çekirdek ve dolaşım alanlarını aydınlatmada kullanmak veya mahallerin cephe pencerelerinden alınan ışığın ulaşamadığı bölümlerine aydınlatma desteği sağlamak için kullanmak iyi bir çözüm olacaktır.

Atriumlar: Çok katlı ve derin planlı binalara gün ışığı almanın bir yolu da binaya bir atrium eklemektir. Bu yolla kompakt bir binanın ısı kaybı konusunda sağladığı avantajlar ile dar bir binanın doğal aydınlatma, havalandırma ve soğutma konularında sağladığı avantajlar birlikte elde edilebilir.

Atriumlar yapının duruma göre binanın merkezine noktasal olarak bina bloğu tarafından çevrelenecek şekilde, binayı ortadan ikiye bölecek şekilde çizgisel olarak veya mevcut pencerelerden gün ışığı alımını azaltacağı halde binaya bir veya iki cepheden temas edecek şekilde eklenebilir.

Atriumlar ısıtma veya soğutma gerektirmeyecek şekilde tasarlanmalıdır aksi durumda bu önemli bir miktarda enerji tüketimine neden olabilirler. Güneş ışınımı kazançlarını azaltmak için güneş kontrol elemanları gereklidir.

Güneş kontrolü: İdeal bir güneş kontrolü elemanı istenmeyen direkt güneş ışınımını en yüksek oranda engellerken, gün ışığı, hava akımı ve görüşe el verecek tipte olmalıdır (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

3.5.3 İç mekânda en yüksek oranda gün ışığı dağılımının sağlanması

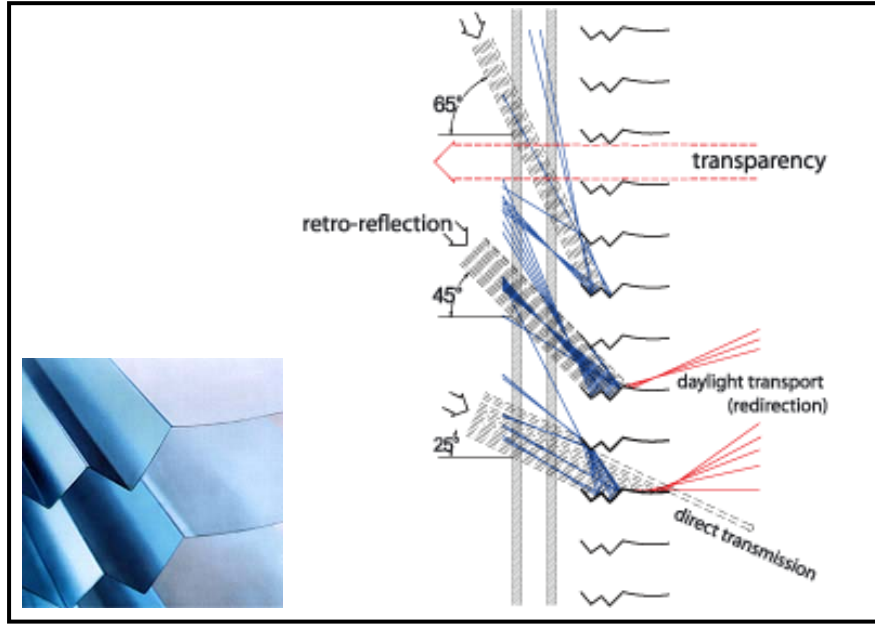
Tipik bir büroda gün ışığı miktarı pencereden uzaklaştıkça düşerek mekânın derin bölgelerinin pencerelere yakın noktalara göre loş olmasına neden olur. Işık rafları gökyüzünden gelen ışığı tavana yansıtarak mekânın derinlerine kadar ulaşmasını sağlayıp aydınlık düzeyini artırırken pencere kenarındaki bölgelerde aydınlık düzeyini bir miktar azaltır ve aynı zamanda kamaşmayı da önler. Işık rafları düz veya kavisli olabilir, içeride veya dışarıda göz seviyesinin üstünde konumlanarak gelen ışığı yönlendirir ve pencere kenarındaki kullanıcıları direkt güneş ışınlarından korur.

Sadece dışarıdaki ışık rafları aydınlık düzeyinin artmasına katkıda bulunur içerideki ışık rafları ise sadece gün ışığı dağılımına katkıda bulunur. Işık raflarını yüksek yansıtıcılığa sahip bir tavan ile beraber kullanmak etkilerini en üst seviyeye çıkartacaktır.

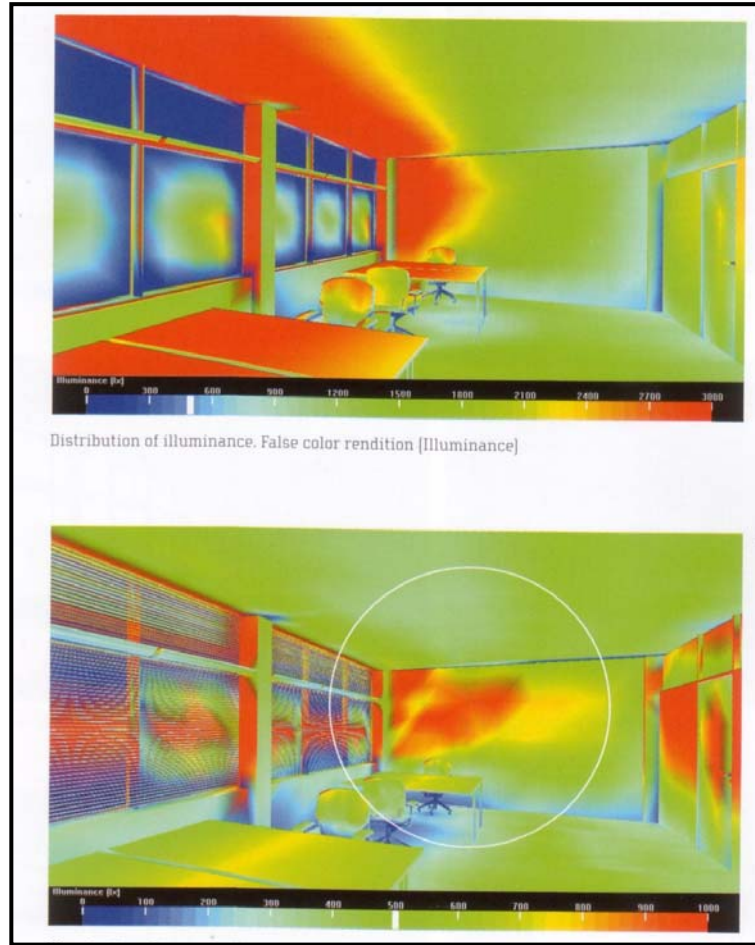
Prizmatik paneller ışığı kırılma holografik optik elemanlar ise ışığı dağıtma yoluyla yönlendirirler, bunların ikisi de teknik olarak ve henüz ticari olarak verimli kullanılacak seviyede geliştirilmemişlerdir (Energy Efficient Office Refurbishment Burton, Sala 2001).

Şekil 3.6 da kesiti, ve şekil 3.7 de etkisi görüldüğü gibi yüksek yansıtıcılıkta, enerji etkin ve konforlu doğal aydınlatma sağlanabilmesi için özel olarak şekillendirilmiş jaluzi tipi perde sistemleri verilmemektedir. Bu sistemler tarafından tavana yönlendirilen ışığı odanın derinliklerine; kamaşmaya yol açmaksızın, kırılma yoluyla yansıtan, prizmatik yüzeyli yansıtıcı tavan panellerinin kullanılması en etkin çözümdür. (Şekil 3.8)

Şekil 3.9 da 2 parçalı pencerelerin üst ve alt bölümlerinde, farklı ışık yönlendirme ihtiyaçlarını karşılamak için, farklı kanat yapılarında ve bağımsız yönlendirme mekanizmaları ile kontrol edilebilen sistem görülmektedir (Dynamic Daylighting Architecture, Köster 2004).



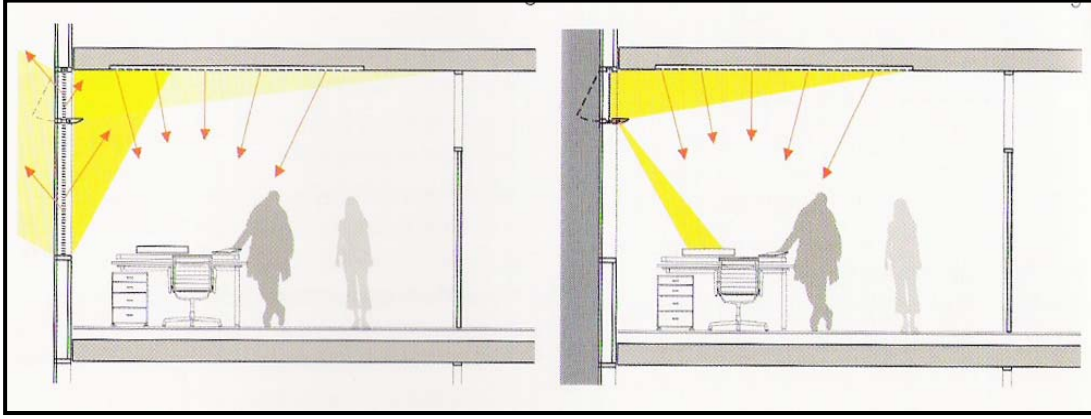
Şekil 3.6: Özel jalûzi sistemi örneği kesit ve görünüşü (Dynamic Daylighting Architecture, Köster 2004)



Şekil 3.7: jalûzi sistemi aydınlık düzeyine etkileri (Dynamic Daylighting Architecture, Köster 2004)



Şekil 3.8 Yansıtıcı tavan panelleri (Dynamic Daylighting Architecture, Köster 2004)



Şekil 3.9: özel jalûziler + yapay aydınlatma + yansıtıcı tavan panellerinin gece ve gündüz işleyiş şeması (Dynamic Daylighting Architecture, Köster 2004)

3.5.5 Enerji etkin yapay aydınlatma

Doğal aydınlatmanın bir ofis binasının tüm aydınlatma ihtiyacını karşılaması her zaman mümkün olmadığından, iç mekân doğal aydınlatmanın yeterli aydınlık düzeyini sağlayamadığı zamanlarda kullanılmak üzere enerji etkin bir yapay aydınlatma sistemi ile donatılmalıdır. Enerji etkin yenileme yapılan ofis binalarında yapay aydınlatma sistemine ilişkin genellikle aşağıdaki çalışmalar yapılmaktadır:

- Kabul edilebilir en düşük aydınlık düzeyi için genel aydınlatmanın tasarlanması.
- Özel çalışma aydınlatmasının dâhil edilmesi

- Mümkün olan en verimli aydınlatma elemanlarının, lamba ve trafoların kullanılması.

Mevcut aydınlık düzeyleri çalışma aydınlatması ile birleştğinde ihtiyacın üstünde yüksek olabilir. Var olan aydınlatma yüklerini düşürmek için:

- Aydınlatma aygıtları daha verimli olanları ile değiştirilebilir.
- Fazla yüksek aydınlatma gücünü düşürmek için armatürlerden lamba eksiltilebilir
- Lambalar daha verimli ışık kaynakları ile değiştirilebilir.

Genel alan aydınlatma seviyeleri minimuma düşürüldükten sonra, kullanıcıların her masaya özel kontrol edebildikleri, kompakt flüoresan veya LED lambalı, çalışma aydınlatması elemanları yerleştirilmesi stratejinin önemli bir parçasıdır.

Lamba türleri: Aydınlatma sistemi yenilemesinde, tüm enkandesen akkor telli lambalar kompakt veya klasik tüplü flüoresan lambalar veya günün teknolojisine göre daha verimli bir lamba türü ile değiştirilmelidir. Eğer soketler uyumlu ise mevcut armatürler değiştirilmeden sadece lambalar değiştirilebilir. Örneğin yapılan bir çalışmada konvansiyonel anahtarlı sistemlerde, aygıtlar içindeki soketleri birbirine uyumlu olan 38mm T12 flüoresan tüp lambaların, aynı aydınlatma gücüne sahip, daha uzun ömürlü fakat daha az elektrik harcayarak daha verimli olan, daha ince 26 mm T8 flüoresan tüplerle değiştirilmesi tek başına %10'luk bir aydınlatma enerjisi tasarrufu sağlanabilmiştir. Daha büyük tasarrufların hedeflendiği daha köklü yenilemelerde armatürlerin tamamen değiştirilmesi gerekmektedir (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Aydınlatma elemanlarının yüksek frekanslı elektronik balastlar kullanan, kompakt veya tüp flüoresan lambalar veya günün teknolojisine göre daha verimli lambalar ile uyumlu aygıtlar ile değiştirilmesi, %30'luk bir tasarruf sağlarken bu balastlar neredeyse tamamen sessiz, ışıktaki titreşim yapmayan, flüoresan lambaların kısılmasına olanak veren tip cihazlardır. Aydınlatma aygıtının ışık verimliliği tasarımına, kullanılan malzemelerin yansıtıcılık miktarına bağlıdır, verimsiz bir aygıtta verimli bir lamba kullanılmasının veya tersi durumun bir faydası olmayacaktır.

Aygıtların kamaşma yapmayı engellemek için yansıtıcı veya dağıtıcılar ile tasarlanmış olması fakat aynı zamanda veriminin yüksek olması tasarımlarındaki en önemli noktadır (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

3.5.6 Yapay Aydınlatma Kontrolü

Gün ışığı ile doğal aydınlatmanın kullanımını en yüksek düzeyde, yapay aydınlatmanın kullanımının ise en düşük düzeyde tutulması için akıllı otomatik bir kontrol sistemi kullanılması en ufak hücresel planlı ofislerde bile gereklidir.

Bu sistemler ortamdaki gün ışığı kaynaklı aydınlık düzeyi ve kullanıcıların varlığına göre otomatik olarak yapay aydınlatmayı çalıştırır, kapatır veya gücünü artırır veya azaltır (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Otomatik aydınlık düzeyi kontrol sistemleri: Bu sistemler çalışma ortamındaki gün ışığı aydınlık düzeyini foto elektrik hücre algılayıcıları ile ölçerler ve sistemin tipine göre farklı şekillerde yapay aydınlatmayı kontrol ederler. Ortamda bulunun doğal ışık miktarını algırlar ve eğer ortamdaki aydınlık düzeyi istenen aydınlık düzeyinin üzerinde ise aydınlık düzeyinin üstünde ise (genel ofis çalışması 500 lux) yapay aydınlatmayı kapatırlar veya yeterli aydınlık düzeyi yok ise yapay aydınlatmayı açarlar. Daha gelişmiş sistemler buna ek olarak doğal ışığın oluşturduğu aydınlık düzeyini ölçer ve eğer yetersiz ise çok lambalı aydınlatma armatürleri içerisindeki lambaların, gerekli ışık düzeyini oluşturacak kadarını çalıştırarak gerekli aydınlık düzeyine ulaşılmasını sağlarlar. Diğer bir sistemde ise bu işlem lambaların bir kısmının çalıştırılması bir kısmının ise sönmük bırakılması yerine tüm lambaların voltajlarını düşürerek lambaları kısmak yoluyla yapılır fakat bu her lamba türüne uygulanamamaktadır.

Varlık algılayıcıları: Bu tip algılayıcılar tiplerine göre kızıl ötesi ışınlar, ultrasonik ses dalgaları ve radar dalgaları ile hedef bölgedeki kullanıcı varlığını tespit ederler ve eğer kullanıcı var ise yapay aydınlatmayı çalıştırır yok ise kapatırlar. Bu tip algılayıcılar hareket detektörlü devre anahtarlarına göre çok daha gelişmiş ve kullanışlıdır. Tipik hareket detektörleri kullanıcı hareketsiz bir okuma yaparken yapay aydınlatmayı kapatabilmekte veya kullanıcı yok iken rüzgâr vb. nedenlerden dolayı ortaya çıkabilecek hareketler ile yapay aydınlatmayı açabilmektedirler ve eksiklikleri yüzünden ofis kullanımında kullanımları olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Sistemin tamamen otomatik ve kullanıcı müdahalesine olanak vermemesi algılanan konfor seviyesini düşürecek ve kullanıcıların sistemi bloke ederek aydınlatmayı sürekli çalıştırmalarına ve tam tersi etki yaratarak aşırı enerji tüketimlerine neden olacaktır.

İdeal olan sistem mevcudiyet algılayıcı ve otomatik aydınlık düzeyi kontrol sistemlerinin her ikisine bir arada bütünleşik olarak bulunduran algılayıcılar ile donatılmış otomatik çalışan bir sistemin kullanıcı müdahalesine imkân sağlayan mahal içine yerleştirilecek bir kontrol paneli veya uzaktan kumanda paneli ile beraber kullanılmasıdır.

4. ENERJİ ETKİN YENİLENMİŞ BÜRO BİNASI ÖRNEKLERİ

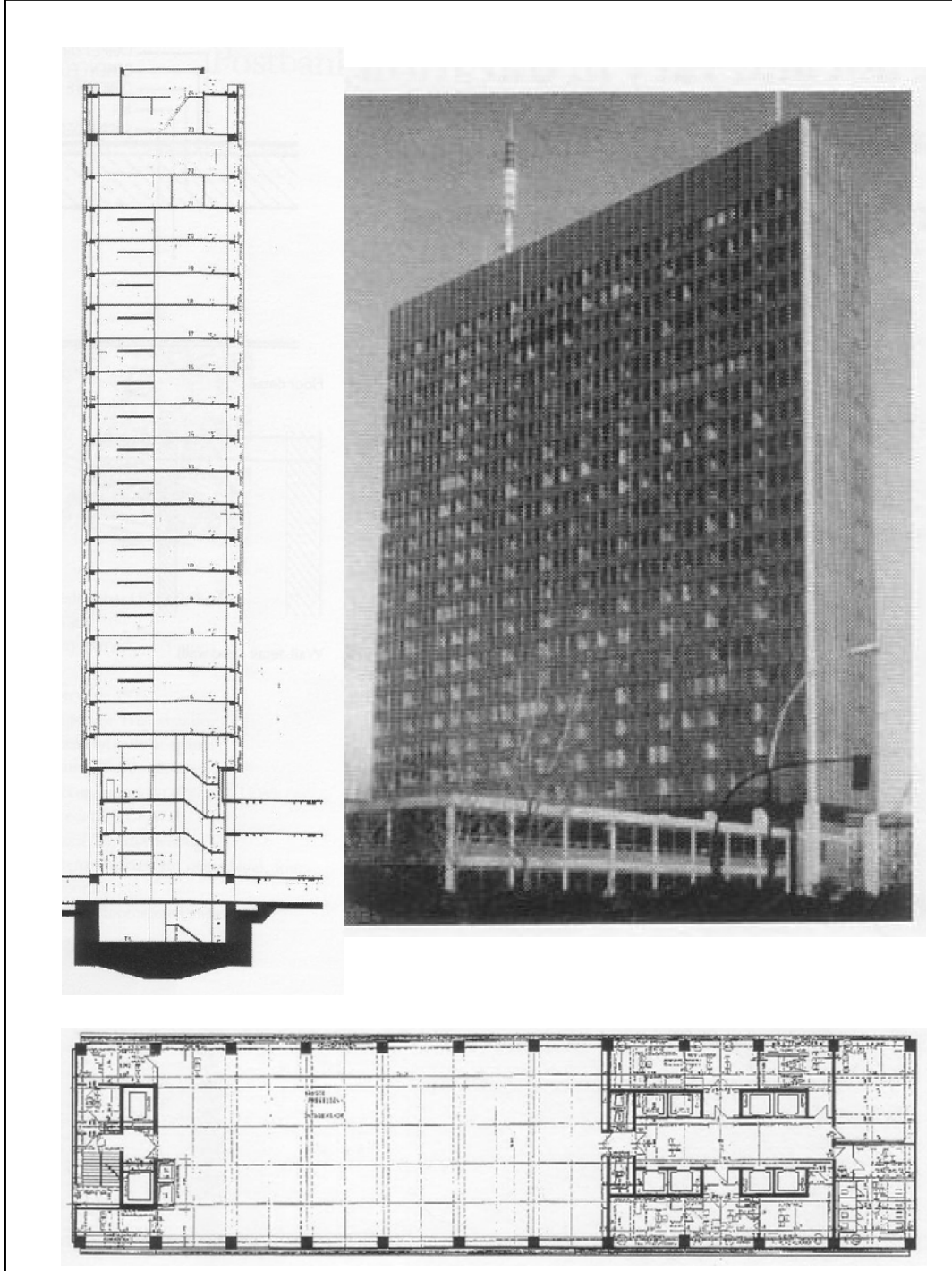
Mevcut büro binası stokundan kaybedilen enerji miktarının ve CO₂ emisyonunun fazla olması nedeniyle, Dünya'nın pek çok yerinde enerji etkin yenileme projeleri yapılmaktadır. Bu bölümde büro binalarında enerji etkin yenilenmeye örnek olarak seçilen iki büro binası için enerji etkin yenileme çalışması incelenmiştir.

4.1. Postbank Binası Berlin Almanya

Deutsche Postbank Berlin Merkez Kompleksi şehrin merkezinde birkaç büyük binadan oluşmaktadır. Tüm tesis Deutsche Postbank İnşaat Bölümü tarafından “late International/Geç Enternasyonal” ruhuna uygun olarak tasarlanmıştır. Tesisin gruplandırılmasında, uzun bloğun daha kısa binalarla dengelenmesi, bu zamandaki tipik tasarım şemasını temsil eder. Örnek incelemesi konusu olarak seçilen bu yüksek katlı ofis bloğunun çelik ve camdan inşa edilen bir perde duvar yüzeyi bulunmakta olup ofisler doğu ve batıya bakmaktadır. Binanın içinde açık ofis alanları ve cellular/hücreli alanlı ofisler yer almaktadır. Bina tamamen havalandırma sistemleri ile iklimlendirilmektedir. Binaya ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

- Konum: Hallesches Ufer 60, Berlin.
- Sahibi: Özel Sektör / Şahıs.
- Toplam Alan: 20.200 m².
- Kat: 24.
- İnşa yılı: 1971.
- Ofis sistemi: Açık ve Hücreli alanlar.
- Çalışma saatleri: 06:00-16:00.
- Toplam Enerji Tüketimi (1997) : 2.531 Wh/m².
- Kullanıcı Sistem Kontrolü: Merkezi.
- Isıtma Sistemi: Bölgesel ısıtma.

- Soğutma Sistemi: Refrigerant centrifugal, 4 borulu Endüksiyon.
- Aydınlatma: Flüoresan Lambalar.



Şekil 4.1: Postbank binasının Plan, Kesit ve Görünüşü (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Çizelge 4.1 Postbank cephe yapı elemanları U değerleri (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Material	Conductivity (W/m °C)	Density (kg/m ³)	Specific heat (J/kg °C)	Solar assortment	Thickness (m)	U value (W/m ² °C)
Characteristics of parapet wall						
Concrete	0.85	1800	1000	0.7	0.1	–
Foam glass	0.53	150	800	0.95	0.04	–
Air layer	–	1.3	100	–	0.02	–
Sheet metal	50	7800	400	0.9	0.0005	–
TOTAL	–	–	–	–	0.1605	0.9
Characteristics of windows						
Aluminium frame	200	2700	880	0.35	0.1	–
Glass	0.8	2800	750	0.95	0.004	–
Air layer	–	1.3	100	–	0.012	–
Glass	0.8	2800	750	0.95	0.006	–
TOTAL	–	–	–	–	0.122	2.0
Characteristics of end wall						
Building board	0.31	800	1000	0.9	0.015	–
Mineral wool	0.05	1000	840	0.9	0.05	–
Building board	0.31	800	1000	0.9	0.015	–
Air layer	–	1.3	100	–	0.665	–
Concrete	0.85	1800	1000	0.7	0.20	–
Air layer	–	1.3	100	–	0.02	–
Sheet metal	50	7800	400	0.9	0.0005	–
TOTAL	–	–	–	–	0.9655	0.75

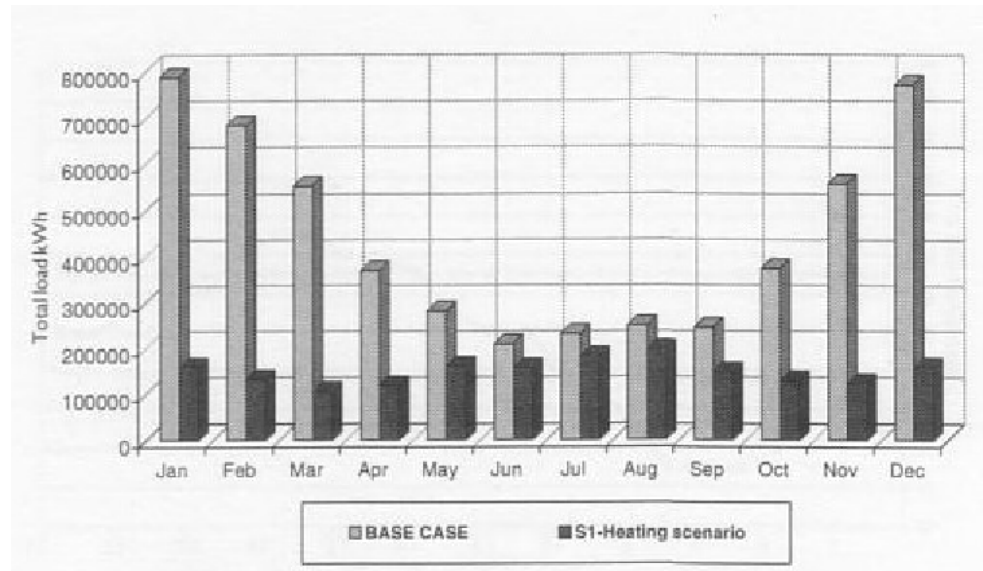
Çizelge 4.2 Postbank ara kat döşemeleri U değerleri (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Characteristics of intermediate floors						
Material	Conductivity (W/m °C)	Density (kg/m ³)	Specific heat (J/kg °C)	Solar assortment	Thickness (m)	U value (W/m ² °C)
Linoleum	0.19	1200	140	0.9	0.005	–
Screed flooring	1.9	1800	1000	0.7	0.095	–
Concrete	0.85	1800	1000	0.7	0.18	–
Air layer	50	1.3	100	–	0.5	–
Perforated metal	50	7800	400	0.9	0.0005	–
TOTAL	–	–	–	–	–	1.7

Binaya ilişkin enerji etkin yenileme çalışması için 5 senaryo ve bir paket öneri (paket 1) geliştirilmiş olup, bu senaryolar ve senaryo sonunda elde edilen değerler toplam değer başlıkları ile aşağıda açıklanmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

Senaryo 1 Mevcut Cephenin İyileştirilmesi (Isıtma Senaryosu)

- U değerini opak duvarlarla iyileştirme,
- Süper Low E camlar,
- Gün boyu ısı ayar derecesinin düşürülmesi,
- Havalandırma için hava-hava ısı koruma sisteminin kullanılması,
- Yazın ve kışın havalandırma oranının değiştirilmesi,
- Hava geçiren pencerelerin yalıtımı (enfiltrasyon –emme - oranının düşürülmesi)



Şekil 4.2: Temel durum senaryo 1 aylık enerji kıyaslaması grafiği (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Toplam Değer:

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 226kWh/m².

Gerekli sermaye maliyeti: 113 ECU/m².

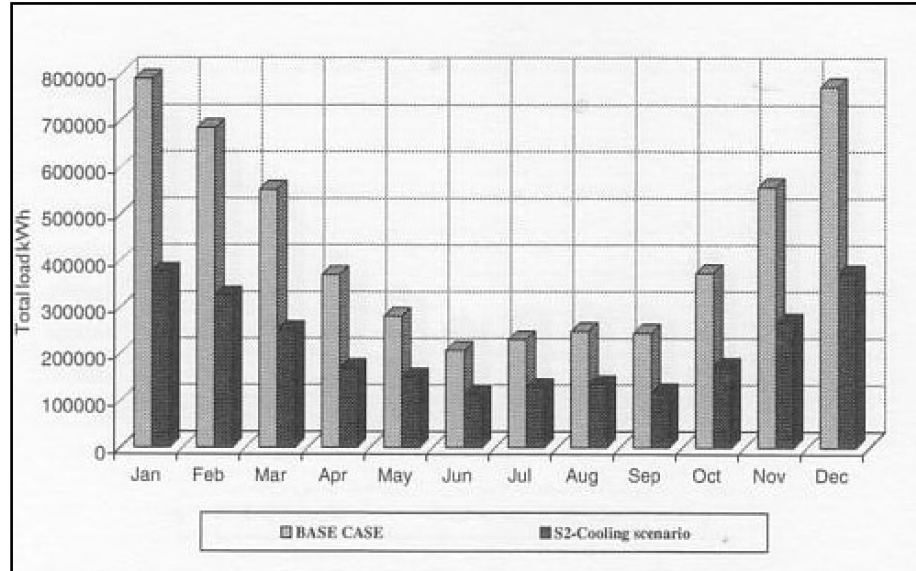
Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0,05 ECU/kWh.

Yıllık Finansal kazanç: 12 ECU/ m².

Geri dönüş süresi: 9 yıl.

Senaryo 2 Pasif Soğutma Tekniklerinin Kullanılması (soğutma senaryosu)

- U değerini opak duvarlarla iyileştirme,
- Mekanik havalandırma (gece havalandırması) ile ilgili kontrol stratejileri,
- Yazın ve kışın havalandırma oranının düşürülmesi,
- Gelişmiş solar cam uygulanması,
- Etkin iç solar gölgeleme,
- Yapay ışıklandırmanın gün ışığına tepki verecek şekilde ayarlanması,
- Yüksek frekanslı (HF) balast kullanımı,



Şekil 4.3: Temel durum senaryo 2 aylık enerji kıyaslaması grafiği (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Toplam Değer:

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 175 kWh/m².

Gerekli sermaye maliyeti: 137 ECU/m².

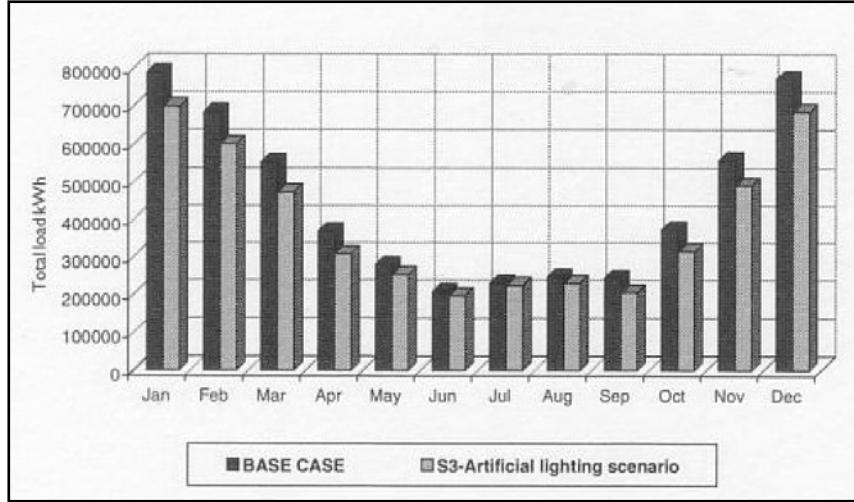
Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0.07 ECU/kWh.

Yıllık Finansal kazanç: 12 ECU/ m².

Geri dönüş süresi: 11 yıl.

Senaryo 3- Elektrikli aydınlatmada gelişmeler

- İyileştirilmiş solar cam,
- Yapay aydınlatmanın gün ışığına tepki vermesinin kontrolü,
- Yüksek Frekans (HF) balastlarının yerleştirilmesi,



Şekil 4.4: Temel durum senaryo 3 aylık enerji kıyaslaması grafiği

Toplam Değer:

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 40 Wh/m²

Gerekli sermaye maliyeti: 58 ECU/m²

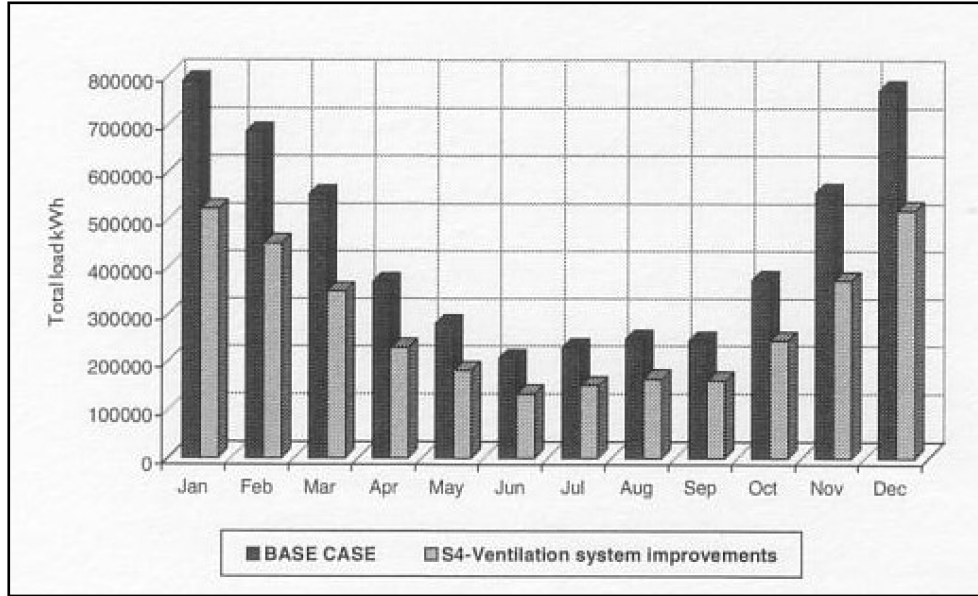
Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0.075 ECU/kWh

Yıllık Finansal kazanç: 3 ECU/ m²

Geri dönüş süresi: 21 yıl

Senaryo 4 – HVAC Sistem Geliştirmesi

- Havalandırmanın yaz ve kış aylarında azaltılması
- Daha etkin pervanelerin takılması
- Mekanik havalandırma için kontrol stratejileri (gece havalandırması)



Şekil 4.5: Temel durum senaryo 4 aylık enerji kıyaslaması grafiğı (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Toplam Değer

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 117kWh/m²

Gerekli sermaye maliyeti: 2.5 ECU/m²

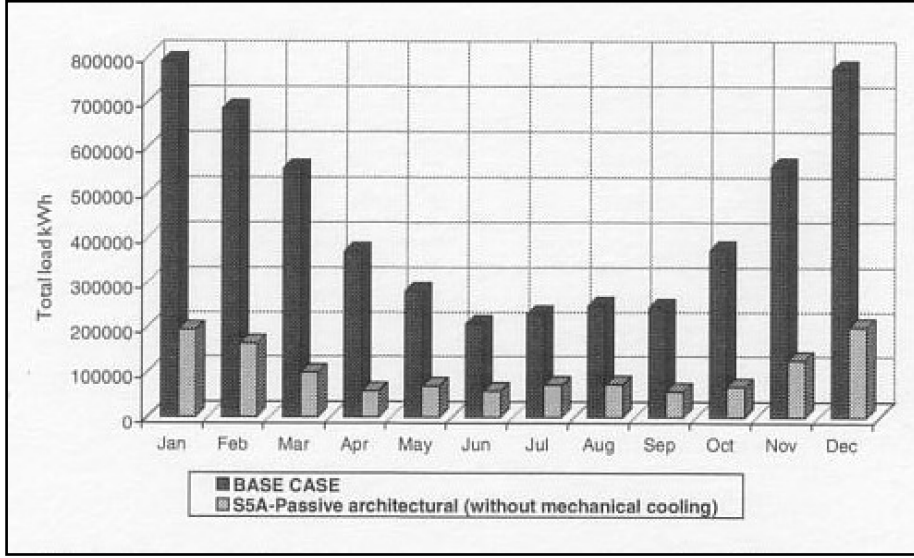
Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0.075 ECU/kWh

Yıllık Finansal kazanç: 9 ECU/ m²

Geri dönüş süresi: 0 yıl

Senaryo 5a: Pasif Sistemlerin kullanılması (Mekanik Soğutma Olmadan) / **5b:** Pasif Sistemlerin ve Mekanik Soğutmanın Kullanılması

- Opak duvarların U değerinin geliştirilmesi
- Süper LOW E camların yerleştirme
- Gün boyunca ısı ayar derecesinin düşürülmesi
- Gün ışığına tepki veren yapay ışık kontrolü kullanımı



Şekil 4.6: temel durum senaryo 5, aylık enerji kıyaslaması grafiği

Toplam Değer (Senaryo 5a / 5b)

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 267/260 kWh/m²

Gerekli sermaye maliyeti: 147/ 252 ECU/m²

Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0.07 ECU/kWh

Yıllık Finansal kazanç: 19/17 ECU/ m²

Geri dönüş süresi: 10/15 yıl

Paket 1 (P1)

Paket 1’de senaryo 1-4’ün en iyi yönleri birleştirilmiş olup senaryo 5’teki mimari önlemlere değinilmemiştir. Aşağıda belirtilen senaryolarda tüm önlemler açıklanmaktadır.

Senaryo 1-4 ‘ün en iyi yönleri birleştirilerek Postbank binasının enerji tüketiminde %74 tasarruf sağlanmıştır.

P1 Paketi Toplam Değer

Tahmin edilen enerji tasarrufu: 236 kWh/m²

Gerekli sermaye maliyeti: 147 ECU/m²

Her enerji ünitesi için birim maliyet: 0.075 ECU/kWh

Yıllık Finansal kazanç: 19 ECU/ m²

Geri dönüş süresi: 10 yıl

Mimari senaryo S5 dışında P1 diğer bireysel senaryolardan daha etkindir. Paket ısı enerjisi olarak %92, mekanik havalandırma enerjisi olarak %67, aydınlatma enerjisi olarak %48 tasarruf sağlanmıştır. Ancak soğutma enerjisi tasarrufu ya da sıcak suyu ve ofis cihazları için harcanan enerjiden tasarruf sağlanmamıştır. Senaryo 1-4 hedeflediği alanda enerji tasarrufu sağlamıştır ama P1 paketi gibi toplam enerji tasarrufunda başarılı olamamıştır.

Yatırım maliyeti 147 ECU/m²'dir ve geri kazanım on yıl içinde olacaktır. Bu yeniden kazanımın maliyeti 89kWh/m² ile yeni yapı maliyeti düzeyindedir. Ancak soğutma enerjisi tasarruf edilmemesinin yanı sıra bu paketin farklı zayıf noktaları vardı: iç mekân ortamı ya da ofis tasarım kavramına kesinlikle odaklanmamaktadır. Başka deyişle, bu paketin tek başarısı enerji faturasını düşürmektir, ofis ortamı kazanım öncesinden farklı değildir. Binanın elemanları bu paketle geliştirilmiş ama bina kavramına hiç değinilmemiştir. Bu demektir ki geri kazanım süresi olan on yıl boyunca çalışanlar ofis ortamında hiçbir iyileşme olmadan hâlihazırdaki şartlarda çalışmak zorunda kalacaklardır.

Yenileme çalışması genel sonuçları:

Tüm senaryolar ve paket birbirleriyle karşılaştırıldığında pasif sistemlerin uygulandığı Senaryo 5 tümünden daha çok ofis tasarım kavramına odaklanmaktadır. Amacı 1960'ların sıkı kapalı, pencereleri açılmayan binasını doğal havalandırmalı, çağa ayak uydurmuş bir ofis binası haline getirmektir. Ayrıca, senaryo 5B enerji tasarrufu açısından P1 kadar etkindir. Daha yüksek yatırım maliyeti yeni yüzey ve soğutulmuş tavanların eklenmesinden kaynaklanmaktadır. Yeniden yapılandırılan bu mekânların ofis kullanımı için açılması yüksek maliyeti bir ölçüde telafi etmektedir, ancak ana argüman Postbank binasının yeniden yapılandırılması için harcama yapılarak daha kaliteli ofis ortamının yaratılmasıdır. Pencereler açılabilirdiği zaman çalışanların çalışma ortamları üzerindeki kontrol duyumsaması artmaktadır, ofis ortamını iyileştiren en önemli etken budur.

Bir binayı yeniden yapılandırma (retrofit) yöntemlerinin dereceleri vardır. Yeniden yapılandırma etkinlikleri hâlihazırdaki binanın kritik detaylarına odaklanmaktan, tüm ofisi yeniden tasarlamaya kadar geniş bir faaliyet alanındadır. Enerji tasarrufu, iç mekân ortamı, kat planının yeterliliği ve maliyet etkinlik yeniden yapılandırma stratejisinin etmenlerindendir. Hâlihazırdaki durum ve binanın tasarlanmış kalitesi hangi yeniden yapılandırma stratejinin kullanılacağını belirlemektedir.

Postbank binası örneğinde havalandırma sistemlerine odaklanan Simülasyon önlemleri ekonomik olarak en etkin örneklerden biridir. Postbank binasının gelecekte nasıl kullanılacağı bilinmediğinden yatırım kısa bir sürede kendini sıfırlamalıdır.

Eğer yeniden yapılanmanın en önemli kriteri enerji tasarrufu ise Paket1’de en az pasif mimari senaryosundaki enerji tasarrufu kadar yüksek oranda tasarruf sağlamaktadır. İki stratejinin de yatırım maliyetleri birbirlerine yakındır. Ancak paket 1 iş ortamının kurumsal olarak gelişimini sağlamadığı için uygulanmamalıdır.

Eğer yeniden yapılanma stratejisinin amacı Postbank binasının çağdaş bir ofis binası konumuna yükseltmekse, Senaryo 5B seçilmelidir. Uzun süredir var olan, her yeri kapalı, klimalı ofisleri doğal havalandırmalı, yüksek kalite ofisler haline getirmek ancak iyi tanımlanmış mimari senaryolarla mümkündür. Bu mimari strateji enerji kullanımıyla ilgili önlemlerden çok daha fazlasını içerir. Bu durumda pasif sistemlerle yapılanma stratejisinin maliyeti yukarıda belirtilen önlemlerin maliyetinden daha yüksek olabilir. Pasif sistemlerin uygulandığı senaryonun avantajı Postbank ofis binasını gelecek yıllarda da güncel olacak bir kalite ile yenilemektir. Yeniden yapılanan binada ofislerde bu yeni standartlara uygun olacaktır.

4.2. "Le Recamier" Lyon, Fransa

“Le Recamier” Lyon’da ana yol aksına yakın bir bina olup, dar, tek yönlü sokaklarla sarıldır. Bina daha büyük üçgen şeklinde bir binanın yönetim ve iş idaresi bölümünde bağımsız bir binadır.

Ofiste 3 firma faaliyet gösteriyor. En önemlisi üç yıldır bu binada olan Fransız Bayındırlık Bakanlığına teknik hizmet veren CERTU’dur. CERTU ofisi günün 12 saati, 165 sürekli çalışan ve az sayıda ziyaretçi faaliyetlerine devam etmektedir. CERTU ofisi Le Recamier binasının toplam alanının %44’ünü kaplamaktadır.

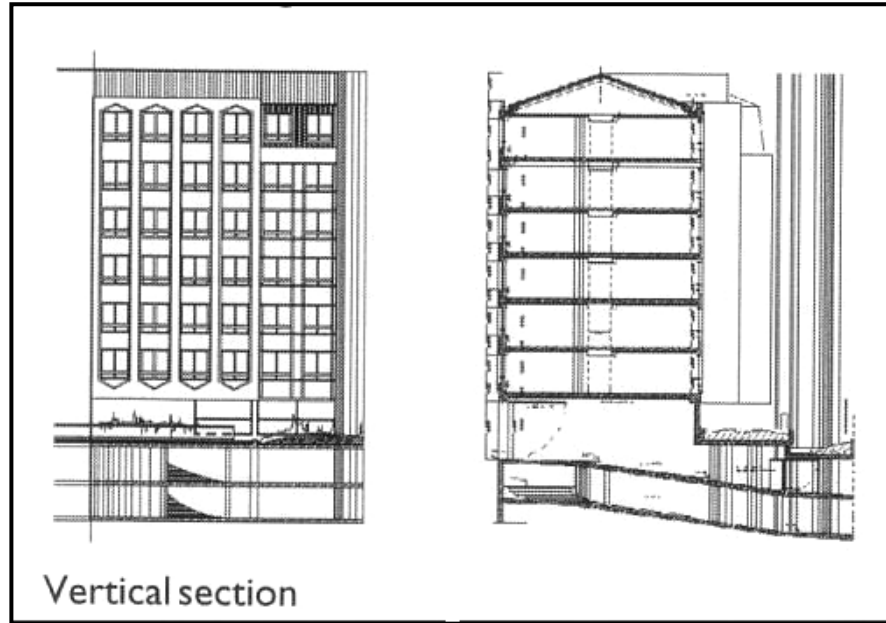
Kuzey yüzey, bina ile aynı yükseklikteki komşu binalardan 19 metre genişliğindeki bir duvarla ayrılmaktadır. Doğu ve güney doğu yüzeylerde alt katların güneş alması, güneş ışınları çok alt açılarla gelmediği takdirde ağaçlarla ya da 3 katlı komşu binalarla engellenmemektedir

Alanın enlemi 45° 43’ Kuzey ve boylamı 04° 57’Doğu olup deniz seviyesinden 201 metre yukarıdadır. Binaya ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

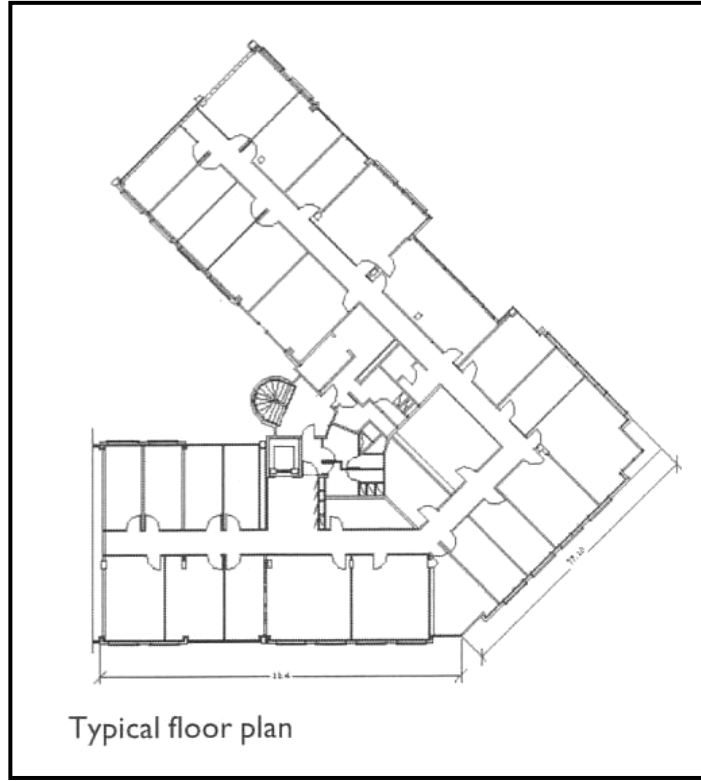
Konum: Rue Juliette Recamier 5
Mülkiyeti: Özel
Toplam alanı: 4371 m²
Kat: 7
İnşa Yılı: 1987
Çevre koşullarına maruz kalma: korunaklı
Ofis tipi: Hücresel
Çalışma saati: 12 s/çalışma günü
Toplam enerji kullanımı (1996):95KWh/m²yr
Kullanıcının sistem kontrolü: Merkezi ısı kontrolü
Isıtma sistemi: Elektrik
Soğutma sistemi: Toplantı odasında sentrífugal soğutucu
Aydınlatma sistemi: Elektromanyetik balastlı standart flüoresan lambası



Şekil 4.7: Le Recaimer görünüşleri



Şekil 4.8: Le Recaimer kesitleri



Şekil 4.9: Le Recaimer Normal kat Planı

Le Raclamier 1987 yılında yapılmış olup o dönemde Lyon’da inşa edilen ofis binalarının tipik özelliklerine sahiptir. Burada söz konusu olan bina üçgen şekilli genel binanın CERTU tarafından kullanılan bölümüdür.

Le Racamier tüm binanın bir köşesini oluşturan iki kanattan oluşmuştur. İlk kanattın kuzey yüzeyi kendisi ile aynı uzunluktaki binalara bakmakta olup arada bir cadde vardır; güney yüzey üçgen yapının avlusuna bakmaktadır. İkinci kanadın güney doğu ve doğu yüzeyleri komşu binalardan uzaktadır.

İlk kat toplantı odaları, yarı açık ofisler, kütüphane, resepsiyon, açık koridorlardan oluşmaktadır. Kütüphanenin kuzey ve doğu dış yüzeyleri sırlanmıştır. Teknik alanlar köşenin iç taraflarına yerleştirilmiştir.

Diğer katlar da benzerlik teşkil eder, penceresiz bir koridor değişik dış yüzeylere açılan ofislere uzanır. Her katta toplantı odaları, bilgisayar ya da ofis araç gereci alanları teknik alanların yanına yerleştirilmiştir. Bu alanlarda pencere yoktur.

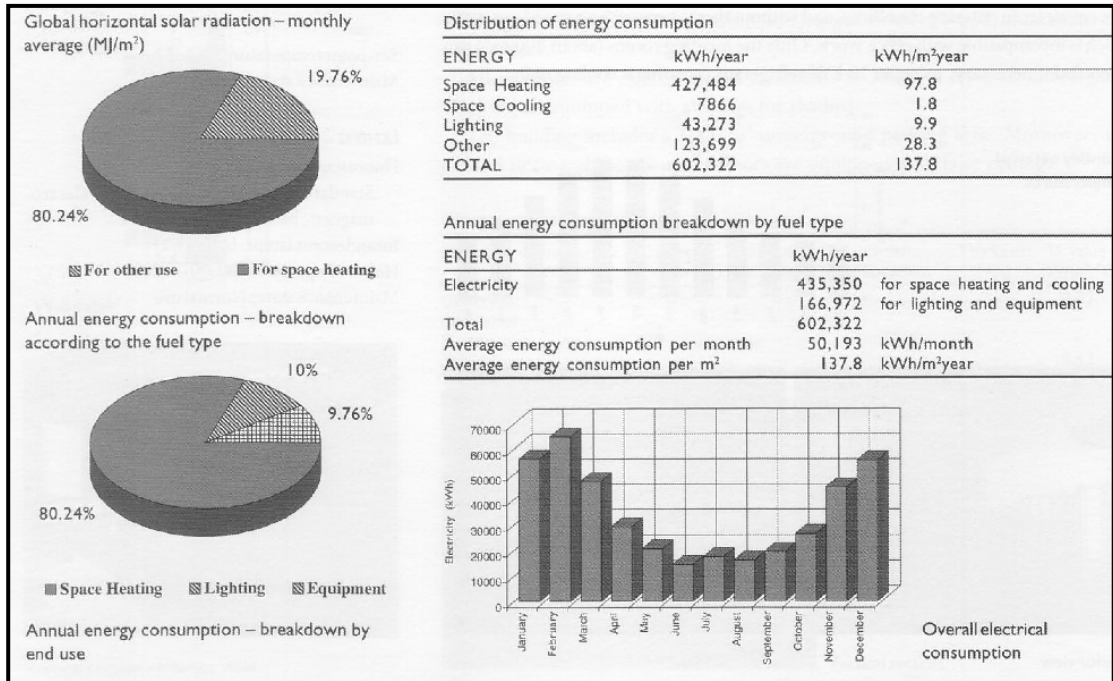
Binanın tüm yüzeyleri güçlendirilmiş betondan yapılmıştır. Bazıları alüminyum da içeren perde duvardır. Binanın iç yüzeyleri kaya yünü ya da plasterden oluşan endüstriyel yalıtım malzemesi ile kaplıdır.

Çatı %35 eğimlidir ve tahta, alüminyum ve kıvrımlı tuğlalarla inşa edilmiştir.

Tüm pencereler çift camlı ve kalaylı cam içeren bir katmandan oluşmaktadır. Panjur yerleri vardır. Binanın 1000 m² yer altı park alanı vardır. Ayrıca, alt kat ve üstteki 6 kat asma tavanla donatılmıştır.

Çizelge 4.3: Le Recaimer cephe duvarları U değeri (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Characteristics of external wall						
Material	Conductivity (W/m °C)	Density (Kg/m ³)	Specific heat (J/kg °C)	Solar assortment	Thickness (m)	U value (W/m ² °C)
Concrete	—	—	—	—	—	0.42
Rockwool	—	—	—	—	—	—
Plaster	—	—	—	—	—	—
TOTAL	—	—	—	—	—	0.42



Şekil 4.10: Le Recaimer Enerji Performansı Ve Enerji tüketimi Dağılımı Grafikleri (Energy Efficient Office Refurbishment, Burton, Sala 2001).

Isıtma sistemi her kata yerleştirilmiş elektrik rezistansları ve her ofiste ekstra elektrik ısıtıcılarından oluşmaktadır. Her bağımsız yerel ısıtıcı 1.5 kW gücündedir ve yerden ısıtmanın toplam gücü 600 kW'tır.

Kontrol sistemi yerden ısıtmanın sadece elektrik birim fiyatının indirimli olduğu gece süresince çalıştırmaya izin verir. Gündüz yerden ısıtma yapılmaz, ofislerdeki ısıtıcılar kullanılır. Uygulamada sistem iyi işlememekte ve ofis ısısı 20° C neredeyse hep sabit kalmaktadır.

Havalandırma sistemi bağımsızdır. Sadece hava çıkışı bir fan ile mekanik olarak kontrol edilir. Hava-işleme birimleri (AHU) teknik odanın çatısındadır. İlk AHU için toplam hava akışı

(ofislerin havalandırılması) 2.78'dir. Pencere çerçevelerindeki hava deliklerinden temiz hava doğal olarak alınır, bu Fransa'da sık yapılan bir uygulamadır. Yüzeyin karşı tarafındaki hava deliklerinden hava dışarıya çıkarılır, hava akım hızı 20³/h'dir (bir kişi için hijyenik havalandırma oranıdır)

Ofislerde soğutma sistemi yoktur ve çalışanlar termal konfor azlığından şikâyet etmektedirler. Odaların aşırı ısınmasını engellemek için pencereleri açmakta ve panjurları kapamaktadırlar. Panjurların kapanması ofislere hava girmesini engellemekte, ofis çalışanları için rahatsızlık verecek şekilde içerisi havasız olmaktadır. Gerekirse 18 KW soğutucu santrifüj kullanılarak sadece toplantı odaları soğutulabilir (800 m²)

Binanın enerji etkin yenileme çalışması için geliştirilen senaryolar ve sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

Senaryo 1A-Binanın Hâlihazırdaki Dış Kabuğun Geliştirilmesi

Pencere çerçevelerinin değiştirilmesi, hava geçiren bölgelerin yalıtılması, dış cephenin yalıtımı (12 cm'ye kadar cam yünü) ile hâlihazırdaki dış kabuk iyileştirilmiştir. Bu yöntemle %55 enerji tasarrufu sağlanabilir. Ancak yazın termal konforda çok büyük düşüş yaşanmaktadır. (en yüksek iç sıcaklık 2 derece artmaktadır), bu rahatsızlık büyük ölçüde hava değişim oranının 1 ACH'den 0.5 ACH'ye düşmesinden kaynaklanmaktadır. Soğutulmuş bir binadan aynı konfigürasyonlarla enerji tüketimi iki misli olur.

Bu senaryonun maliyeti pencere çerçevelerinin değiştirilmesi nedeniyle çok yüksektir ve geri ödeme süresi 56 yıldır.

Senaryo 1B- Hâlihazırdaki Dış Kabuğun İyileştirilmesi:

Tüm dış yüzeylere sırlanmış çift katman eklenerek ve mevcut güneş geçirmeyen bronz Cam açık görüş camı ile değiştirilip güneş ışığı kazanılarak iyileştirme yapılabilir. Bu senaryoda ısıtma enerjisi %63 düşmüş, fakat yazın soğutma için kullanılan enerji %183 artmıştır. Cam iyi havalandırılrsa bile binanın içinde 40 °C'den daha fazla ısı birikmektedir. Bu durumda yeniden yapılanma çok maliyetli olacaktır.

Senaryo 2 Pasif soğutma tekniklerinin kullanımı:

İyi gölgeleme araçları, gece havalandırması, tavan fanları ve dolaylı buharlaşan soğutma kullanılabilir. Bu teknikler beraber uygulandığında yazın termal konfor artar. Başka ek tedbire gerek duyulmaz. 28°C günde birkaç saat için geçilir. Tavan fanları sayesinde hava değişimi hızı yeterlidir.

Ancak bu senaryo küçük bir enerji tasarrufu için çok pahalıdır (özellikle etkin gölgelendirmeler). Gece havalandırmasının yatırım maliyeti yoktur ve %30 soğutma enerjisi düşüşü sağlar ancak fanlar enerji tüketimini arttırarak, toplam maliyeti arttırır.

Senaryo 3 Elektrik Aydınlatması İyileştirmesi:

Yapay ışık kaynaklarının koridorlarda kompakt flüoresan lambalarla değiştirilmesi, ofislerde fotosel kontrollü elektrikli aydınlatma, toplantı odası ve fotokopi odasında zamanlayıcılı ışık yerleştirilmesi senaryo araçlarıdır. % 64 elektrik enerjisi tasarrufu sağlar (6.1 kWh/m² yıllık tasarruf).

Elektronik balastlar da kullanılabilir. Ofislerde % 25 tasarruf sağlar ve aydınlatma için kullanılan enerjiyi 4.6 kWh/m²'e düşürür.

Senaryo 4 HVAC sistem iyileştirmeleri

Isıtma, havalandırma ve soğutma sisteminde hava-hava ısı koruma sistemi kullanarak ve yapı yönetim sistemiyle kışın gündüz 19 °C, gece 16°C yazın ise 26°C ısı da sistemi sabit tutmak.

Bu önlemler ısı geri kazanımı da kullanılarak % 62 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Yazın soğutma yapmaya fazla gerek kalmamaktadır. Geri dönüş süresi on yıldır.

Paket P1

Senaryo 1,2 ve 3'ü birleştirerek yıllık enerji gereksinimi sadece 13 kWh/m² yapılabilir. Soğutmaya gereksinim yoktur çünkü termal konforsuzluk sadece bir iki saat sürmektedir (en sıcak dönemde en fazla 19 saat) Ancak yeniden yapılanma maliyetlidir ve geri dönüş süresi 194 yıldır.

Yenileme Çalışması Genel Sonuçları:

Çalışmada maliyet etkin sonuç seçilmelidir. Örneğin BMS ısı kazanım sistemi, hava çatlaklarının sıvanması, yazın mekanik gece havalandırması. Gece havalandırması elektrik maliyetini arttırabilir ama bu sayede yazın gündüz soğutma yapılmaz. Gerekirse pencereler açılması, panjur ve aydınlatma konusunda da bir yöntem izlenebilir. En etkin enerji tasarrufu çözümü gölgeleme araçlarının daha iyi seçilmesi, pencere pervazlarının değiştirilmesidir ama yeniden yapılandırma yüksek maliyet nedeniyle çok zordur.

5. UYGULAMA CALIŖMASI

Bu alışmada, İstanbul Ataşehir’ de bulunan mevcut bir büro yapısının enerji etkin geliştirilmesi için, yenileme projesinde uygulanabilecek senaryolar geliştirilmiştir. Bu senaryolar, simülasyon programı aracılıyla uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

5.1 Çalışmanın Adımları

Uygulama alışması dört ana adımdan oluşmaktadır. İlk adımda, ele alınan büro binasına ilişkin veriler toplanmış ve simülasyon programına aktarılmıştır. İkinci adımda, mevcut binanın enerji yükleri ve CO₂ salımı hesaplanmıştır. Üçüncü adımda, binanın mevcut durumdaki enerji yüklerinin azaltılmasını olanaklı kılacak senaryolar geliştirilmiş, her bir senaryo için bina simüle edilerek enerji yükleri hesaplanmıştır. Dördüncü adımda, hesaplama değerleri karşılaştırılarak sonuçlar irdelenmiştir. Aşağıda çalışmanın adımları açıklanmıştır.

5.1.1.Büro binasına ilişkin verilerin toplanması ve simülasyon programında tanımlanması

Bir binanın enerji giderlerinde, bulunduğu iklim bölgesi, bina üzerine düşen güneş ışınımı, hava sıcaklığı nem rüzgâr gibi iklim elemanlarına ilişkin değerler, binanın konumu, yönü, bina kabuğu özellikleri gibi tasarım parametreleri, aktif ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemleri ve kullanıcıların konfor koşulları etkilidir. Simülasyon programlarında da ilgili verilerin programda tanımlanması gereklidir. Bu çalışmada enerji simülasyon programı olarak EnergyPlus’ın ara yüzü olarak geliştirilen DesignBuilder kullanılmıştır. EnergyPlus’taki ısıl mekân hesaplama metodu, mekân havasının konfor koşullarına uygun düzenlenmiş sabit bir sıcaklıkta ele alındığı ısıl denge modelidir. EnergyPlus’ın ara yüzü olarak geliştirilen DesignBuilder programa veri girilmesinde ve sonuçların elde edilmesinde kullanıcı kolaylığı sağlamaktadır. Binanın enerji performansının doğru hesaplanabilmesi için binayı programda doğru verilerle tanımlamak önemlidir. Bu açıdan ilk aşamada, binaya ilişkin veriler toplanarak, programda tanımlanmalıdır. DesignBuilder’da bu veriler,

- Binanın yeri, konumu ve formuna ilişkin veriler,
 - Binanın kullanım türünü, kullanım şeklini, istenilen konfor koşullarını, kullanıcılardan ve cihazlardan kaynaklanacak içi kazanımları belirleyen aktiviteye ilişkin veriler,
 - Bina kabuğu konfigürasyonlarının tanımlandığı yapıya ilişkin veriler,
 - Pencerelerin, saydam elemanların, kapıların, menfezlerin, güneş kontrol elemanlarının tanımlandığı açıklıklara ilişkin veriler,
 - Aydınlatma elemanlarına ilişkin veriler,
 - Isıtma soğutma iklimlendirme sistemlerine ilişkin veriler,
- olarak ele alınmaktadır.

Bunların dışında, büro binasının bulunduğu bölgeye ait enlem, boylam, deniz seviyesinden yükseklik gibi veriler ve iklim elemanlarına ilişkin veriler de programda tanımlanmalıdır.

5.1.2. Büro binasının mevcut durumdaki enerji giderleri ve CO₂ emisyonu hesaplanması:

Büro binasının enerji etkin yenilenmesine yönelik seçenekler geliştirmek ve bunların etkisini değerlendirmek için öncelikle binanın mevcut durumdaki enerji performansını belirlemek gerekir. DesignBuilder hesaplamalarında saatlik iklim verilerini kullanmakta, enerji yüklerini bütünlük biçimde hesaplamakta, hesaplama sonuçları tercihe göre saatlik, aylık veya yıllık elde edilebilmektedir. Bu DesignBuilder'dan detaylı hesap sonuçlarının alınmasını olanaklı kılmaktadır. Büro binasının enerji etkinliğini geliştirmek için önerilen seçeneklerin verimliliğini ölçerken baz almak ve binaya sağladığı performansı değerlendirmek için, mevcut durumun enerji yüklerinin ve CO₂ emisyonunun hesaplanması gereklidir.

5.1.3. Büro binasının enerji tüketimini ve CO₂ emisyonunu azaltmak için alternatif senaryolar geliştirilmesi ve bu senaryoların simülasyon programı aracılığıyla uygulanarak hesaplanması:

Üçüncü ve dördüncü bölümlerde açıklandığı gibi gelişmiş ülkelerde büro binalarının enerji etkin iyileştirme çalışmalarında bina kabuğunun yenilenmesi, ısıtma, soğutma, aydınlatma sisteminde enerji giderlerini azaltıcı önlemlerin geliştirilmesi gibi çok

farklı iyileştirme senaryoları uygulanmaktadır. Ülkemiz açısından binanın enerji etkin yenilenmesinde, bina kabuğundan meydana gelecek ısı kayıpları azaltmak ve güneş ışınlamından en uygun faydalanmayı sağlamak önem taşımaktadır. Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle, ısı yalıtım direnci yüksek yalıtım malzemeleri ve cephe malzemeleri, farklı optik özellikte camlar bina kabuğunda kullanılmaktadır. Bu açıdan bu çalışmada öncelikle, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin enerji etkinliği açısından iyileştirmek için seçenekler önerilmiştir. Bunlar, opak bileşenlerin iyileştirilmesi, saydam bileşenlerin iyileştirilmesi ve güneş kontrolü başlıkları altında ele alınmıştır. Bunun dışında aktif sistemler için de bir öneri geliştirilmiştir.

5.1.4. Uygulanan senaryoların sonuçlarının karşılaştırılması:

Bu adımda, belirlenen senaryoların modellenen binaya uygulanarak enerji giderlerinin ve CO₂ emisyonları belirlenmesinde DesignBuilder programından yararlanılmıştır. Her bir seçenek için yapılan hesaplama sonuçları değerlendirilmiştir.

5.2. Belirlenen Adımların Seçilen Büro Binası için Uygulanması:

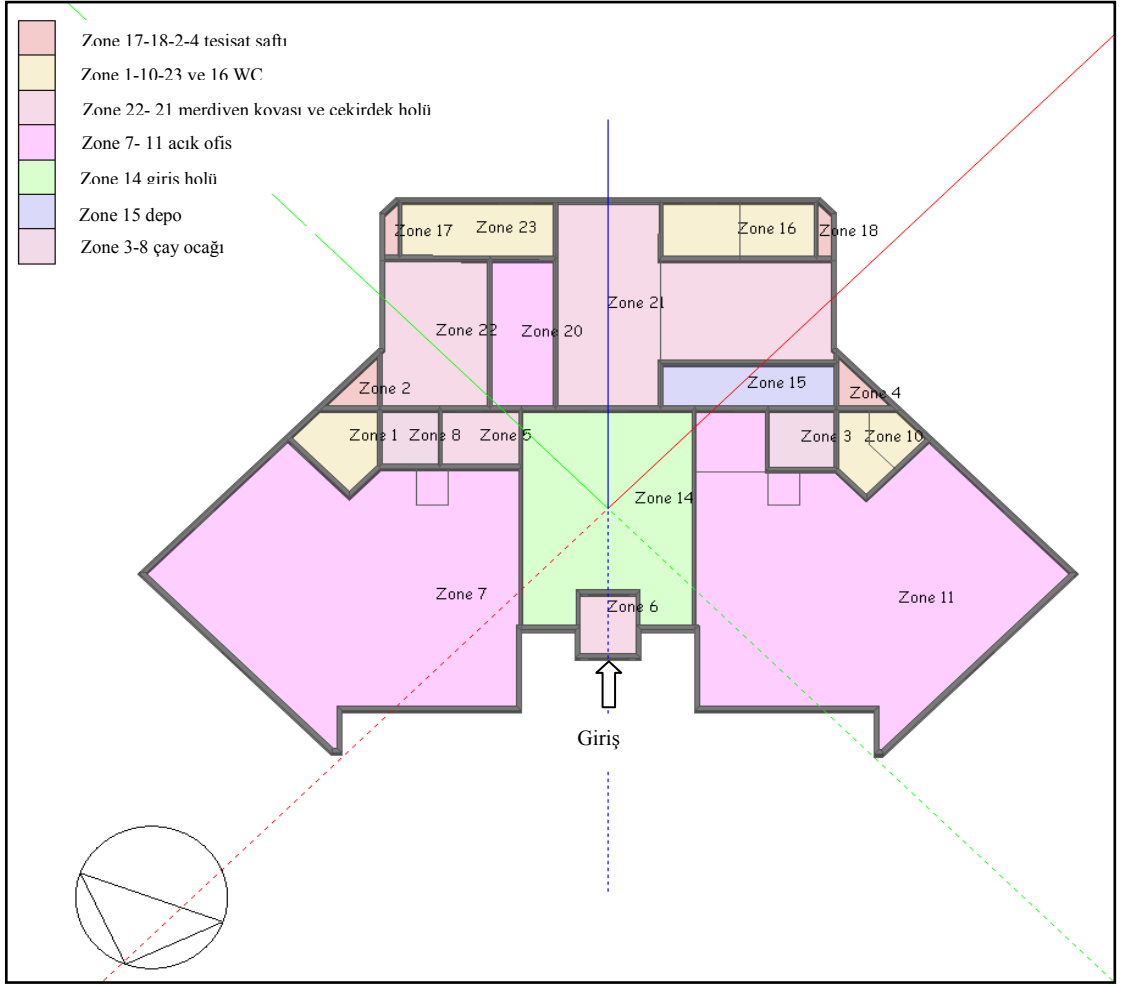
Yukarıda açıklanan çalışma adımları Ataşehir’ de yer alan büro binası için sırasıyla uygulanmış ve uygulama çalışması aynı başlıklar altında açıklanmıştır.

5.2.1. Büro binasına ilişkin verilerin toplanması ve simülasyon programında tanımlanması:

Bina Türkiye 2. iklim bölgesinde, İstanbul, Anadolu yakası, Ataşehir yerleşiminde bulunmaktadır. 1986 yılında inşa edilmiş, 18 +1 bodrum katlıdır. Taban alanı 561 m², toplam kat alanı 10.660 m²’dir. Fan coil sistemi ile ısıtılan ve soğutulan, açık ofis sisteminde planlanmış bir ofis binasıdır. Zemin katta iki adet 2 kat yüksekliğinde, içinde asma kat bulunduran mağaza amaçlı bölüm bulunmakta, bu üniteler banka şubesi olarak kullanılmaktadır. Çatı teras çatıdır. Şekil 5.1’de binanın görünüşü, şekiller 5.2 ve 5.3 de ise zemin kat planı ve normal kat planı sunulmuştur.

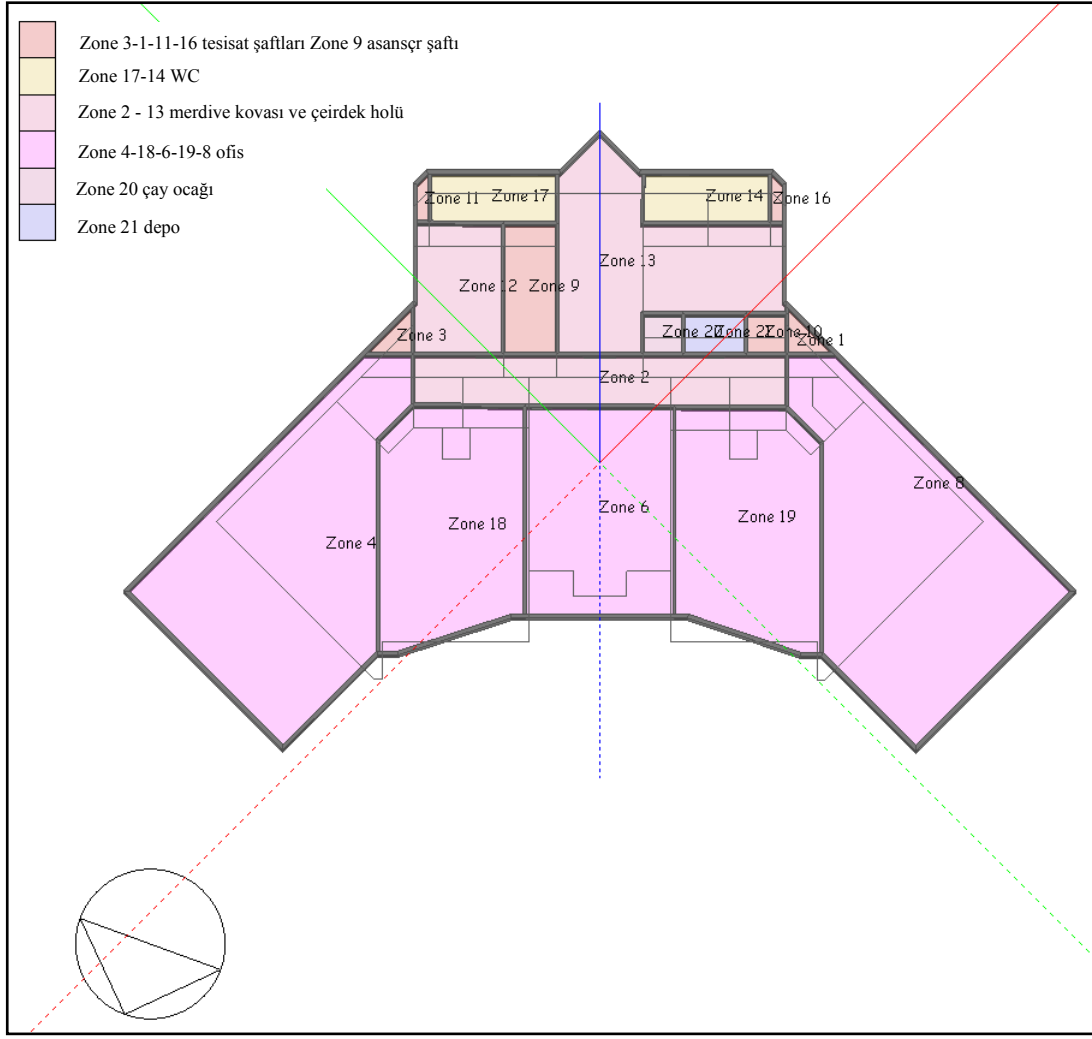


Şekil 5.1: Ataşehir binasının kuzey ve güney cephesi fotoğrafları.



Şekil 5.2: Ataşehir ofis bloğu zemin kat planı

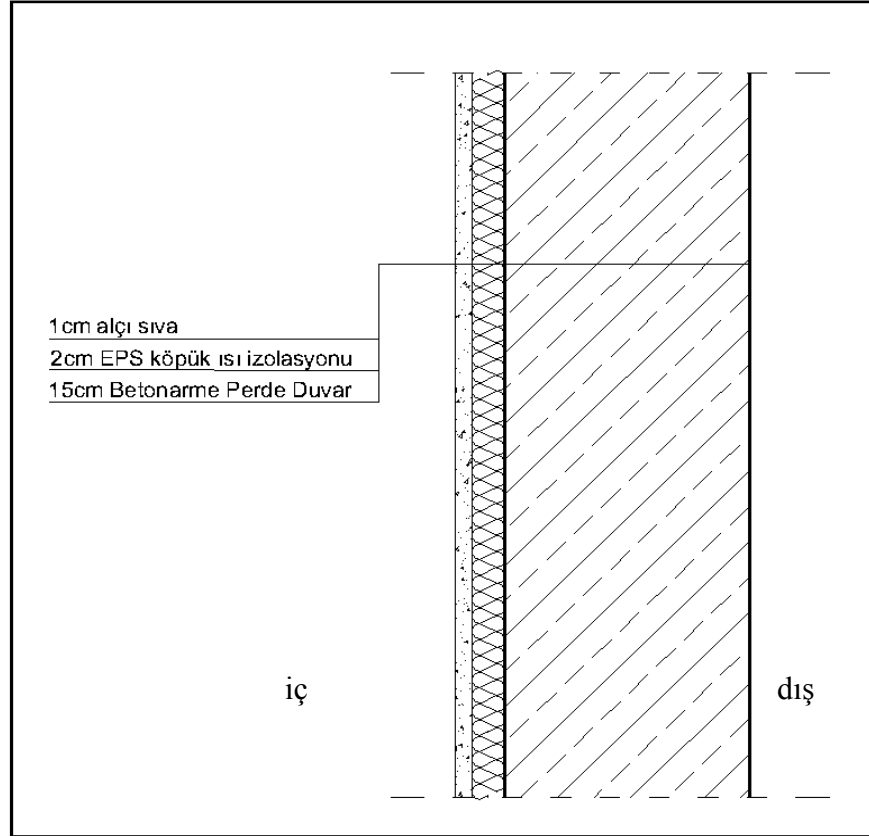
Mahal listesi: Zone 1-10-23 ve 16 WC, Zone 7- 11 açık ofis, Zone 3-8 çay ocağı, Zone 14 giriş holü, Zone 10 asansör boşluğu, Zone 22- 21 merdivenkovası ve çekirdek holü, Zone 17-18-2-4 tesisat shaftı, Zone 6 rüzgârlık, Zone 15 depo.



Şekil 5.3: Ataşehir ofis bloğu normal kat planı.

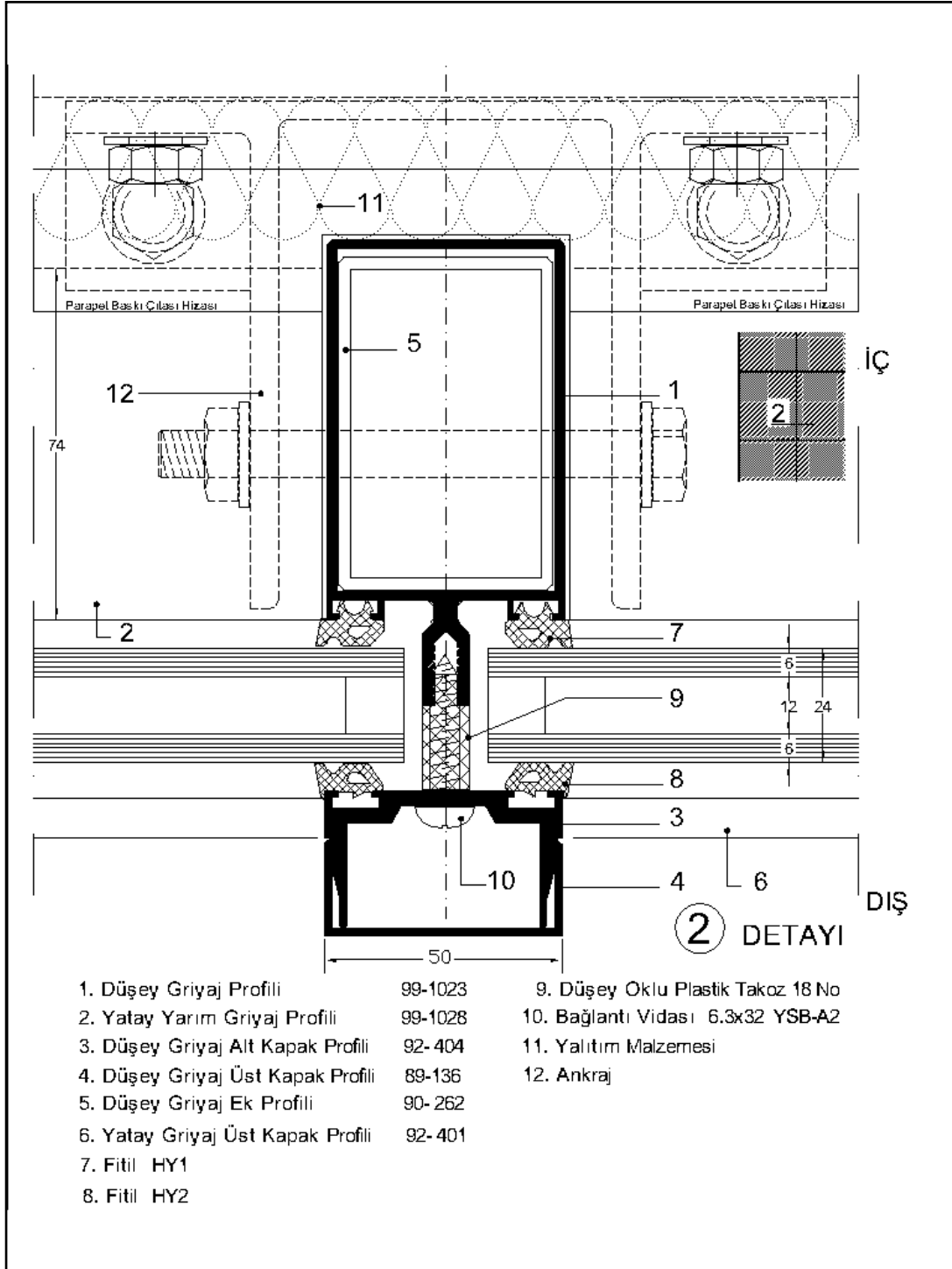
Mahal listesi: Zone 4-18-6-19-8 ofis, Zone 2 koridor, Zone 2 - 13 merdivenkovası ve çekirdek holü, zone 9 asansör şaftı, Zone 17-14 Wc, Zone 21 depo zone 20 çay ocağı, Zone 3-1-11-16 tesisat şaftları.

Tüm dış kabukta yer alan opak duvar elemanları, 15 cm betonarme perde duvar olup, sadece içeriden 2 cm EPS levha + 1 cm alçı sıva ile yalıtılmıştır. Mevut durumda dış opak kabuğun-duvarların-toplam ısı geçirme katsayısı değeri (U değeri) 1,176 W/m²K'dir. Bilindiği gibi, TS 825'de in İstanbul'daki dış duvarlar için sınır değeri 0,60 W/m²K'dir. Bu durumda mevcut duvarların toplam ısı iletkenlik değeri oldukça yüksektir. Şekil 5.4 de duvar elemanın kesit detayı verilmiştir.

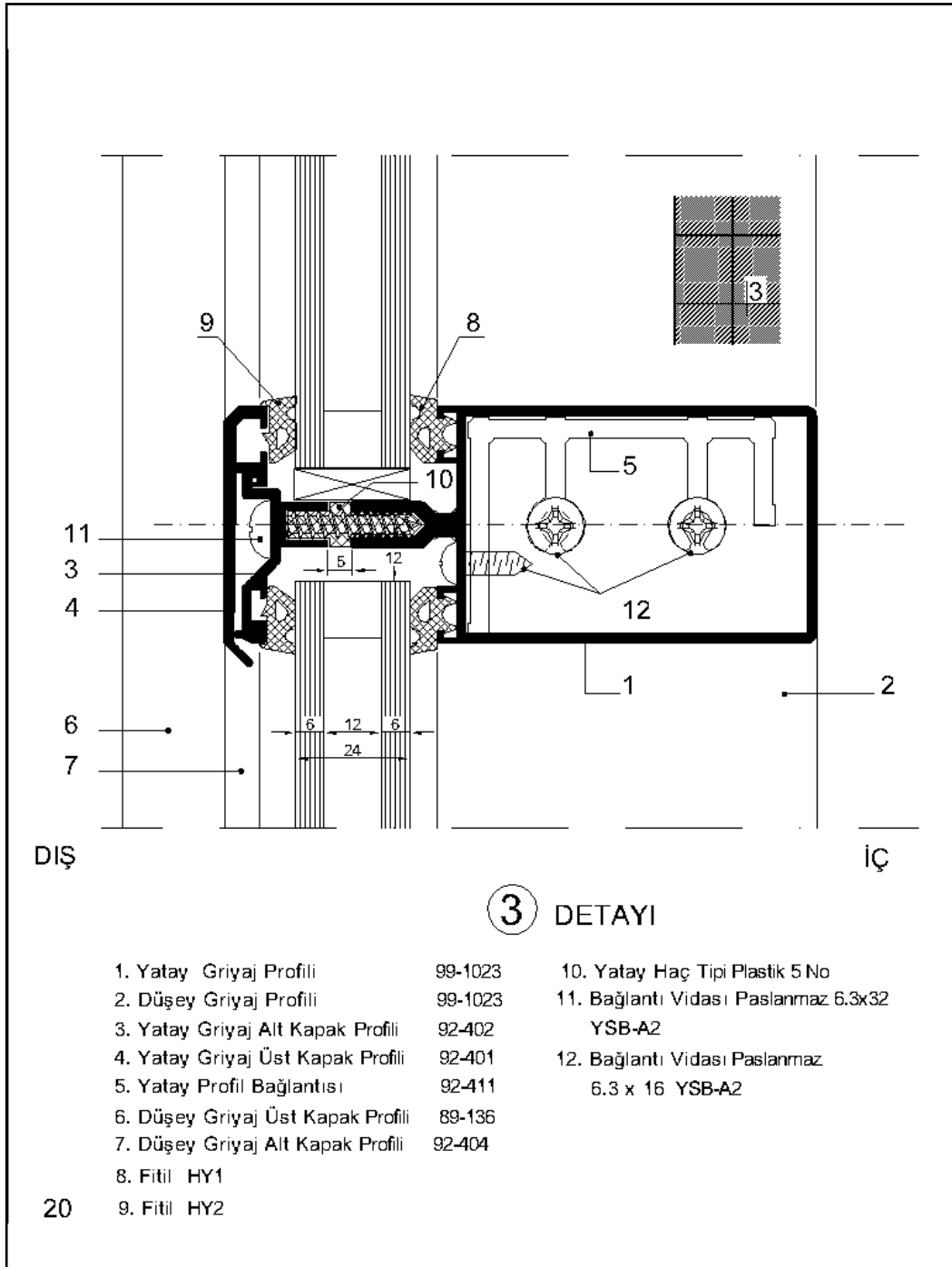


Şekil 5.4: Ataşehir projesi perde duvar detay kesiti.

Binanın saydamlık oranları incelendiğinde güney doğu, güney ve batı yönlerindeki cephelerde saydamlık oranlarının oldukça düşük, kuzey ve kuzeybatı yönlerinde ise saydamlık oranının çok yüksek olduğu görülmektedir. Camlar yansıtıcı kaplamalı, hava dolgulu çift cam olup U değeri 3,16 W/m²K dir. Bu camlar ısı bariyersiz ve izolasyon dolgusuz alüminyum doğramalar ile kullanılmışlardır. Bu doğramaların U değeri 5,88 W/m²K dir. Kullanılan alüminyum doğrama tipine ait düşey ve yatay profil detay kesitleri şekil 5.5 ve şekil 5.6 de verilmiştir.



Şekil 5.5: Ataşehir projesi alüminyum giydirme cephe düşey profil detay kesiti

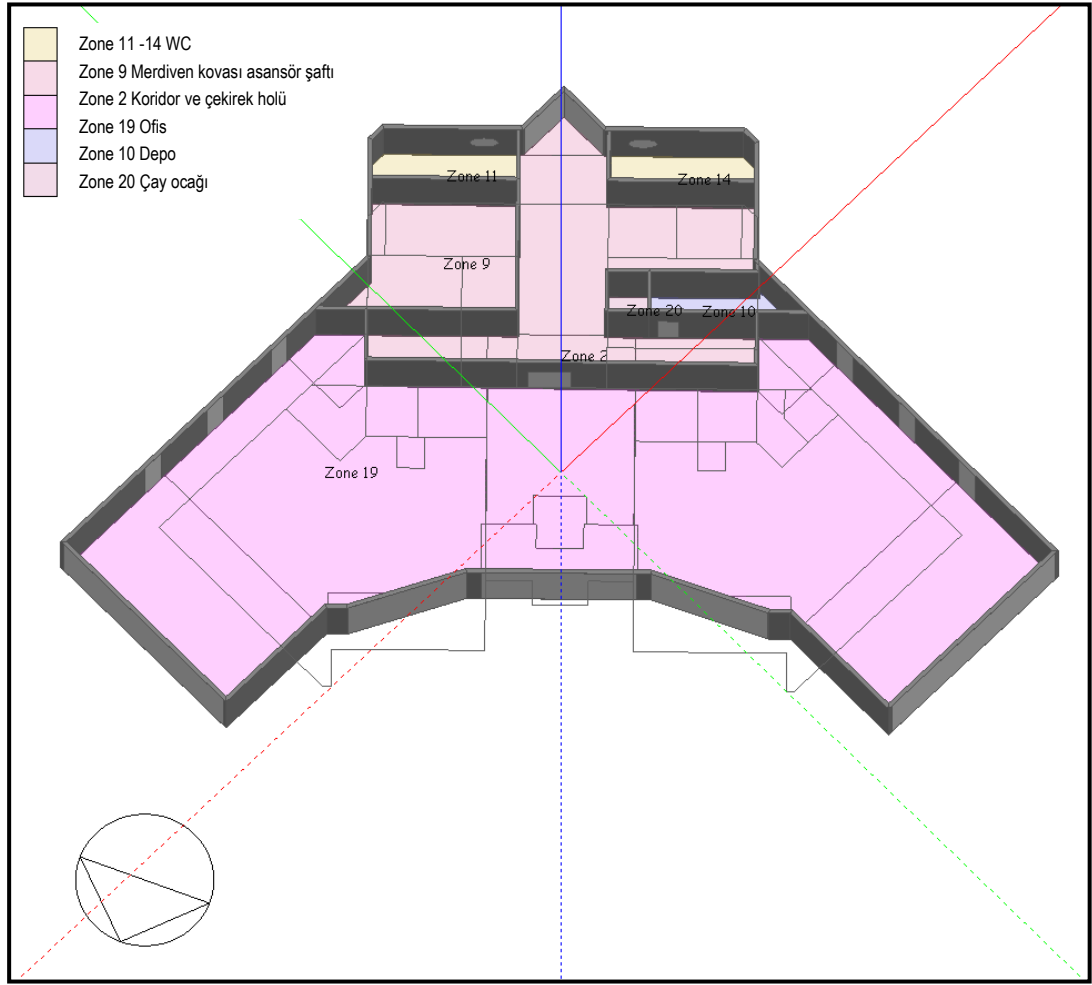


Şekil 5.6: Ataşehir projesi alüminyum giydirme cephe yatay profil detay kesiti

Tüm bina tüp flüoresan lambalar ve görece verimli aydınlatma aygıtları ile aydınlatılmakta olup, otomatik kontrol sistemi kullanılmamaktadır.

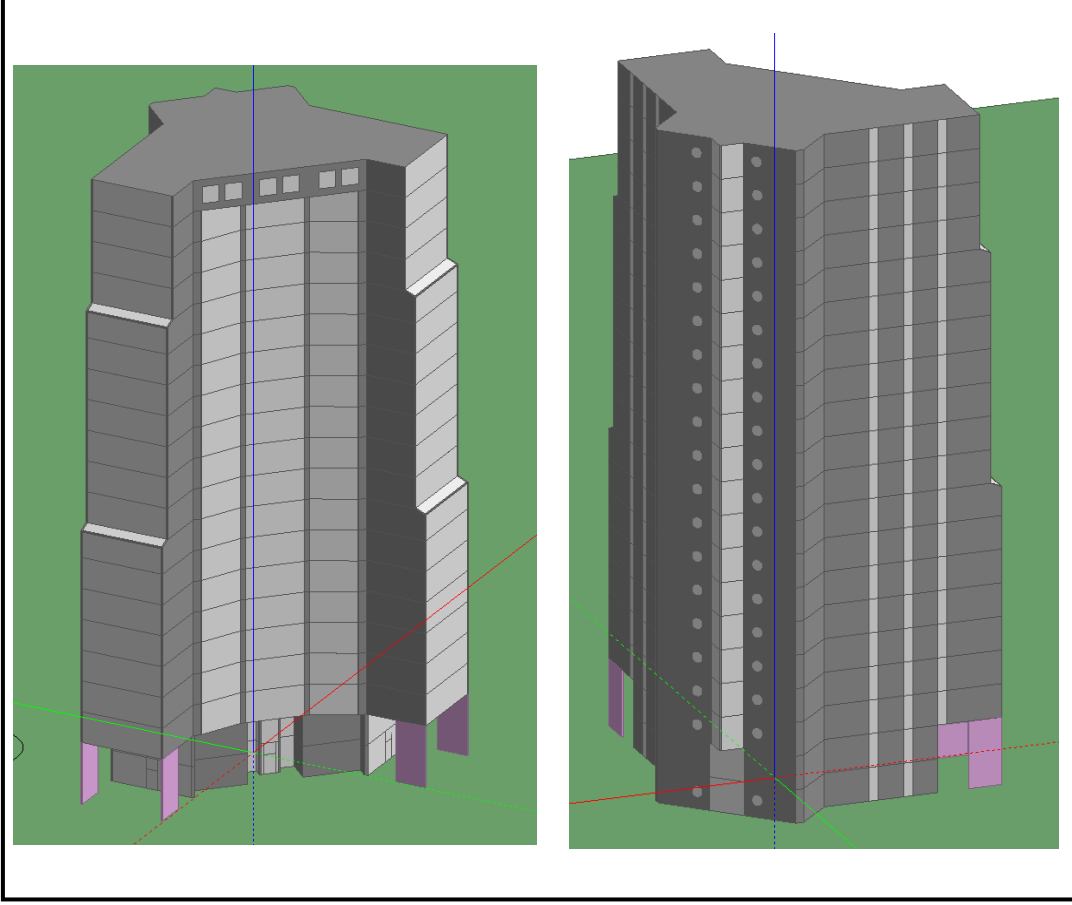
Zone 1-10-17 -16 WC
 Zone 2 Merdiven / asansör şaftı
 Zone 14 Giriş ve çekirek holü
 Zone 5-11 Ofis
 Zone 4 Depo
 Zone 8-3 Çay ocağı
 Zone 6 Rüzgarlık

Zone 17
 Zone 16
 Zone 2
 Zone 4
 Zone 1
 Zone 8
 Zone 3
 Zone 10
 Zone 5
 Zone 14
 Zone 6
 Zone 11

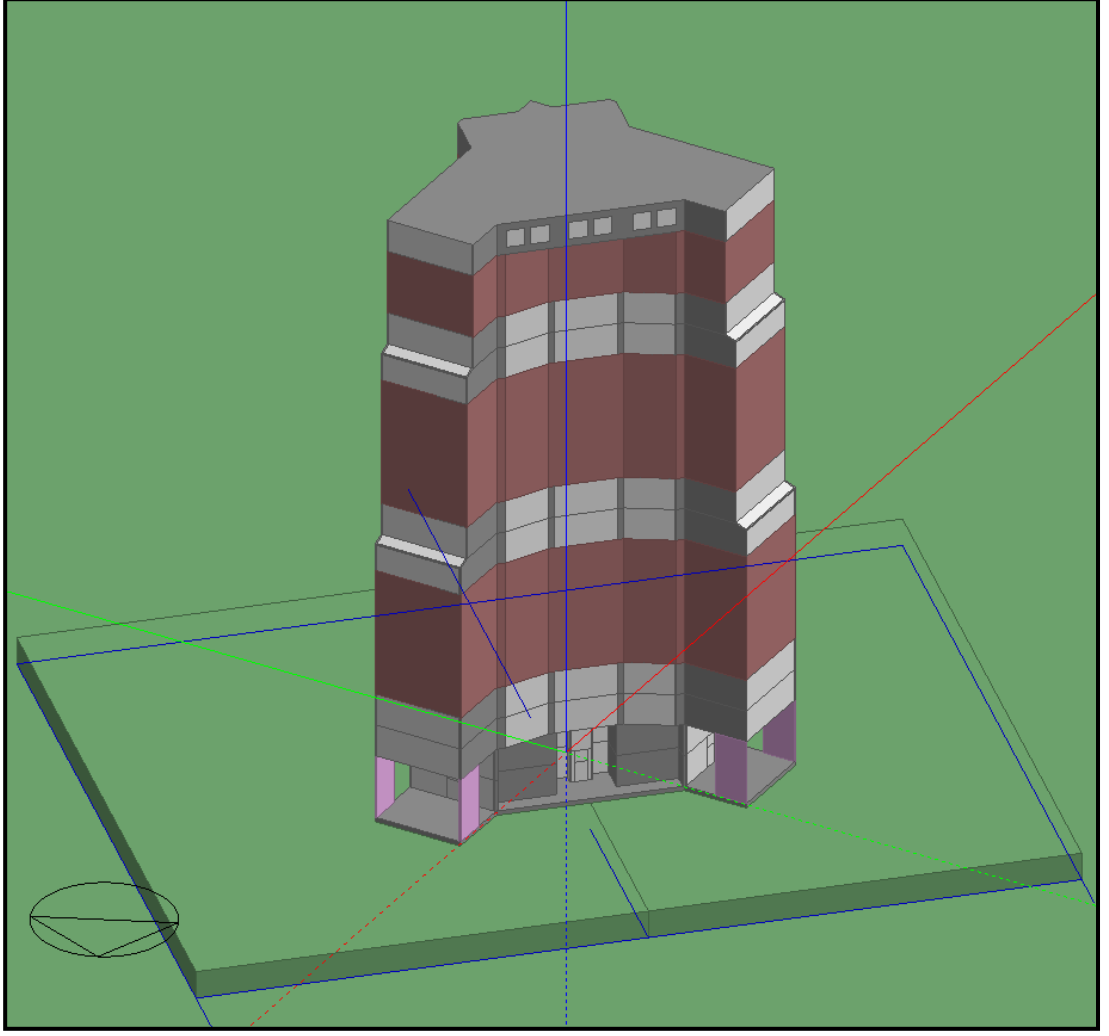


Şekil 5.8: Ataşehir ofis bloğu normal kat planı

Şekil 5.9 büro binasının modelini göstermektedir. DesignBuilder programının sağladığı bir yöntem ise birbirini tekrarlayan aynı plana sahip katların tek tek hesaplanması yerine, bir katın hesaplanarak tekrarlayan katların adiabetik olarak tanımlanması ve böylece o kat bloğunun tekrar sayısı kadar çarpımı alınarak simülasyonun yapılmasıdır. Buradan yola çıkılarak tekrarlayan bloklar adiabetik olarak şekil 5.10'daki gibi modellenerek programa tanımlanmıştır.



Şekil 5.9: Ataşehir binasının Design Builder da modellenmesi.

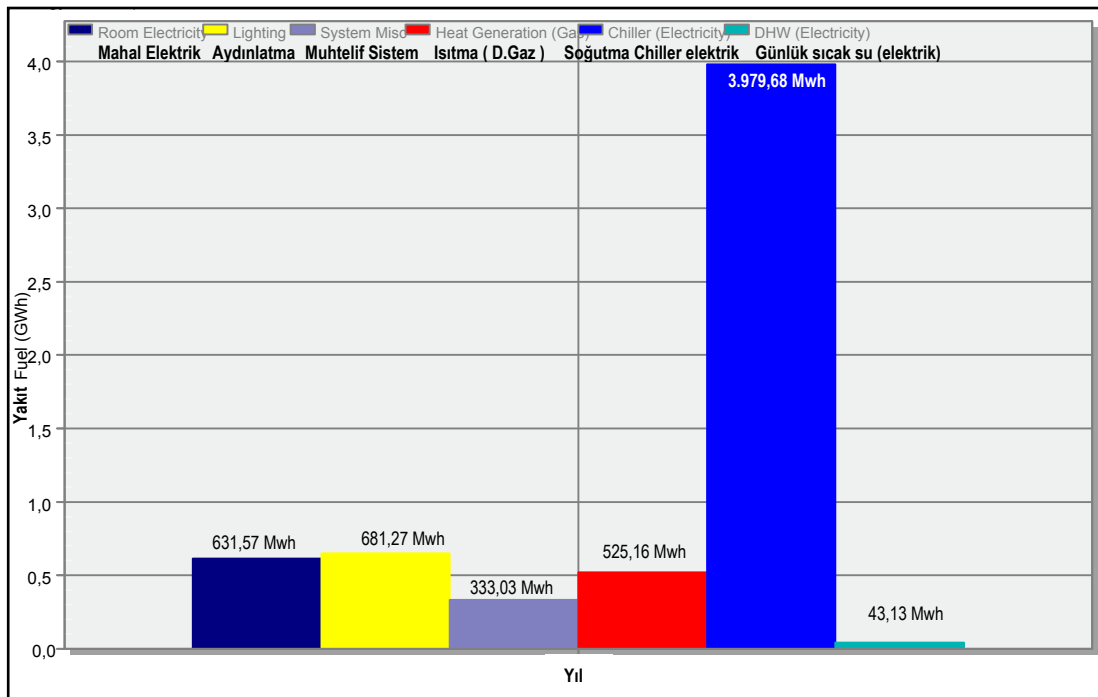


Şekil 5.10: Ataşehir binasının Design Builder da modellendikten sonra simülasyon için sadeleştirilerek modellenmesi.

5.2.2. Büro binasının mevcut durumdaki enerji giderleri ve CO₂ emisyonu hesaplanması.

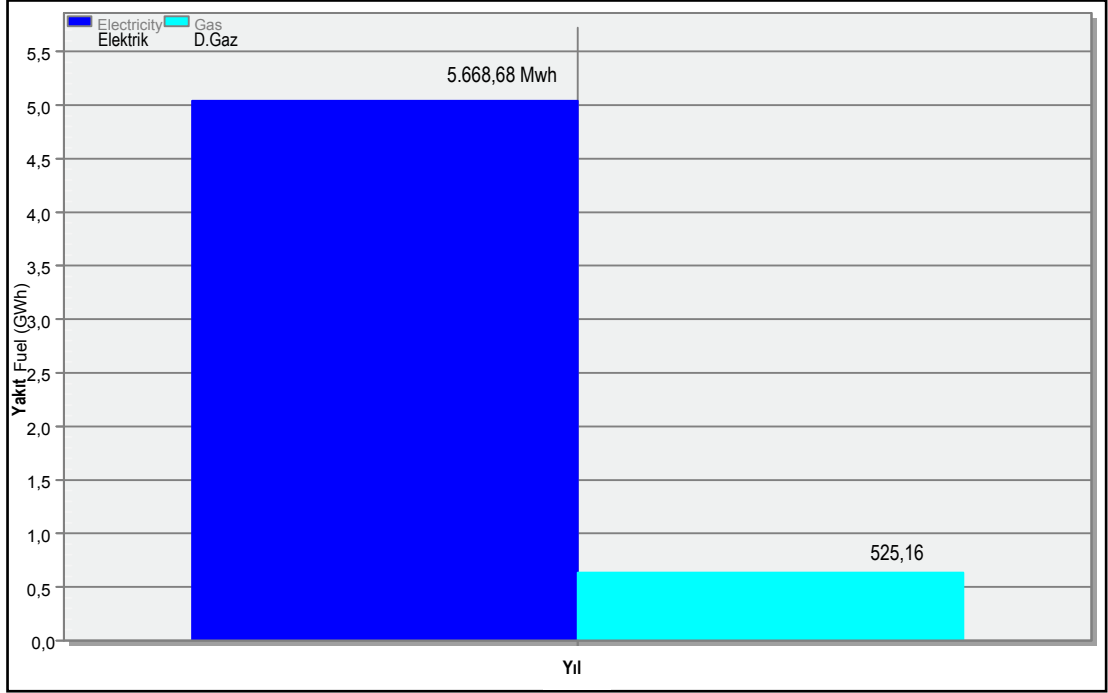
Bu adımda binaya ilişkin veriler ve yapılan kabullere dayanarak binanın enerji simülasyonu aracılığı ile yıllık enerji giderleri hesaplanmış ve sonuçlar Şekil 5.11 ve 5.12 de verilmiştir.

Hesaplanan yıllık toplam enerji tüketimi 5.668,68 MWh toplam elektrik, 525,16 MWh doğal gazdan oluşmaktadır. Elektrik enerjisinin içinde 3.979,68 MWh yıl'lık bölüm soğutma için, 681,27 MWh yıl'lık bölüm ise aydınlatma için kullanılmaktadır.



Şekil 5.11: Ataşehir binasının yenileme öncesi hali ile yıllık enerji tüketimi

Yıllık toplam CO₂ salımı ise tüm bina için 35,49 kg/m² yıl'dır.



Şekil 5.12: Ataşehir binasının yenileme öncesi hali ile yıllık toplam enerji tüketimi

5.2.3. Büro binasının enerji tüketimini ve CO₂ emisyonunu azaltmak için alternatif senaryolar geliştirilmesi ve bu senaryoların simülasyon programı aracılığıyla uygulanarak hesaplanması.

Bu bölümde binanın yıllık enerji tüketiminin azaltılması için senaryolar/öneriler geliştirilmiş, binada yapılacak enerji etkin yenileme senaryolarının enerji tüketimine etkisi irdelenmiştir. Enerji etkinliğini sağlamada yenileme alternatifleri aşağıda açıklanmıştır.

- **SENARYO 1 / S1: Opak Bileşenlerde Yenileme:** Bu senaryo opak bileşenin yalıtım direncini arttırmaya yönelik olup, bu amaçla opak bileşende (duvarlarda) yalıtım uygulanmıştır.
- **SENARYO 2 / S2: S1 + Saydam Bileşende Yapılan Yenileme:** Bu senaryoda bir öncekinde yapılan yalıtıma ek olarak binanın saydam bileşenlerinde yenileme yapılmıştır. Doğramalar ve camların ısı yalıtım direnci artırılmıştır.
- **SENARYO 3 / S3: S1 + S2+ Güneş Kontrolü:** Bu senaryoda önceki senaryolarda geliştirilen önerilere ek olarak doğu ve batı cephelerinde güneş kontrolü elemanları uygulanmıştır. Günün saatine göre yatay veya daha dik gelen güneş ışınlarını kesmek için sabit tavandan yere kadar 30 cm

derinliğinde 15° açı ile konumlanmış ve birbirinden 30 cm açık duran 10 adet flap sağ ve sol kalkan paneller uygulanmıştır.

- SENARYO 4 / S4: S1 + S2+ S3+ Saydamlık oranının azaltılması: Bu senaryoda önceki senaryolarda geliştirilen önerilere ek olarak, saydamlık oranlarının azaltılması durumu irdelenmiştir.
- SENARYO 5 / S5: S1 + S2+ S3+ S4+HVAC Sistem Alternatifi: Bu senaryoda; önceki senaryolarda geliştirilen önerilere ek olarak, gece havalandırması yapılması, böylece gündüz ısınan iç mekân havasının gece sıcaklığı düşen dış hava ile doğal havalandırılarak binanın soğutulmasına olanak sağlaması öngörülmüştür. Bu sistem aracılığı ile gündüz iş başlangıç saatinde iç mekânda konfor sıcaklığına ulaşmak için devreye girecek mekanik havalandırma enerjisinden tasarruf edilmesi için, mekanik havalandırmanın devreye girme ayar derecesinin 24 den 26 dereceye yükseltilmesi öngörülmüştür. Ayrıca Fan coil üniteleri yerine sıcak sulu radyant ısıtma sisteminin kullanılması durumu irdelenmiştir.

5.2.3.1. SENARYO 1 / S1: Opak bileşenlerde yapılan yenileme

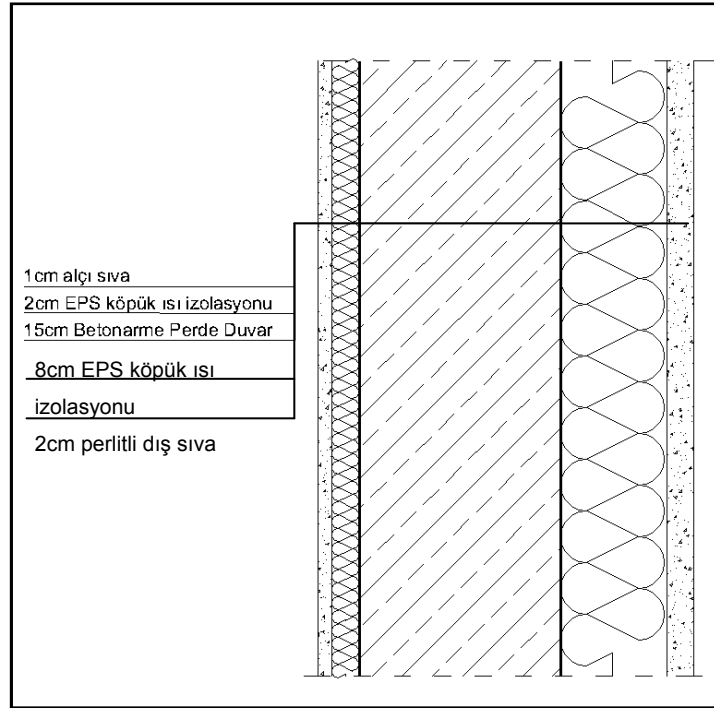
Bu senaryoda bina kabuğundaki opak perde beton duvarlara, Türkiye’de çok yaygın olarak kullanılan 8cm EPS kopuk ve 2cm perlitli dış sıvadan oluşan ısı yalıtımı uygulanmıştır(Şekil 5.13). Mevcut 2cm kalınlığındaki EPS iç izolasyonun da korunması ile perde beton duvarların U değeri 0,27 W/m²K e düşmüş ve böylece TS 825’de izin verilen 0,60 W/m²K değerinin de altına düşmüştür.

Bu yenileme binanın ısıtma için harcadığı toplam yıllık enerjide %22,5’lik bir azalma ile 407 MWh yıl’a düşmesi sağlanmıştır anlamına gelir. Soğutma yüklerinde kayda değer bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

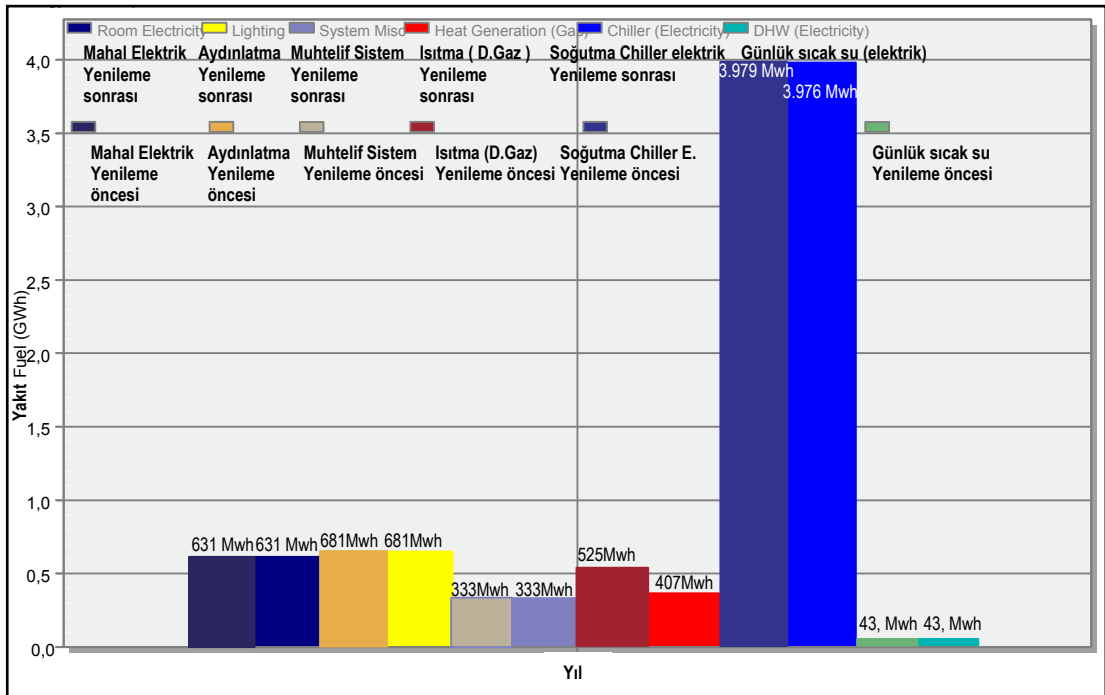
Şekil 5.14’de senaryo 1’in uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum (mevcut durum) ile karşılaştırılması verilmiştir. Şekil 5.15’de senaryo 1’in uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması verilmiştir.

Şekil 5.16’da ise senaryo 1’in uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması verilmiştir. Bu tür grafikler ileri adımlarda her bir senaryo için verilmiştir.

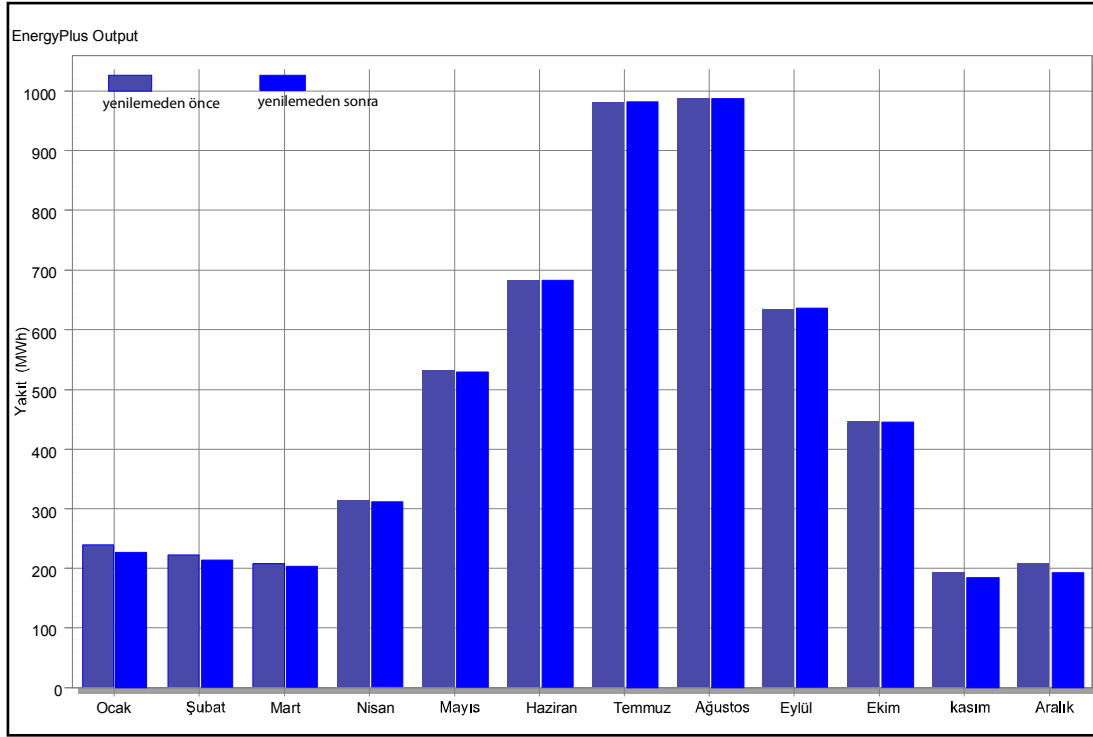
Bu grafiklerde her bir enerji tüketimi için ilk kolon mevcut duruma ilişkin değerleri, ikinci kolon ise geliştirilen senaryo sonrası duruma ilişkin değerleri vermektedir.



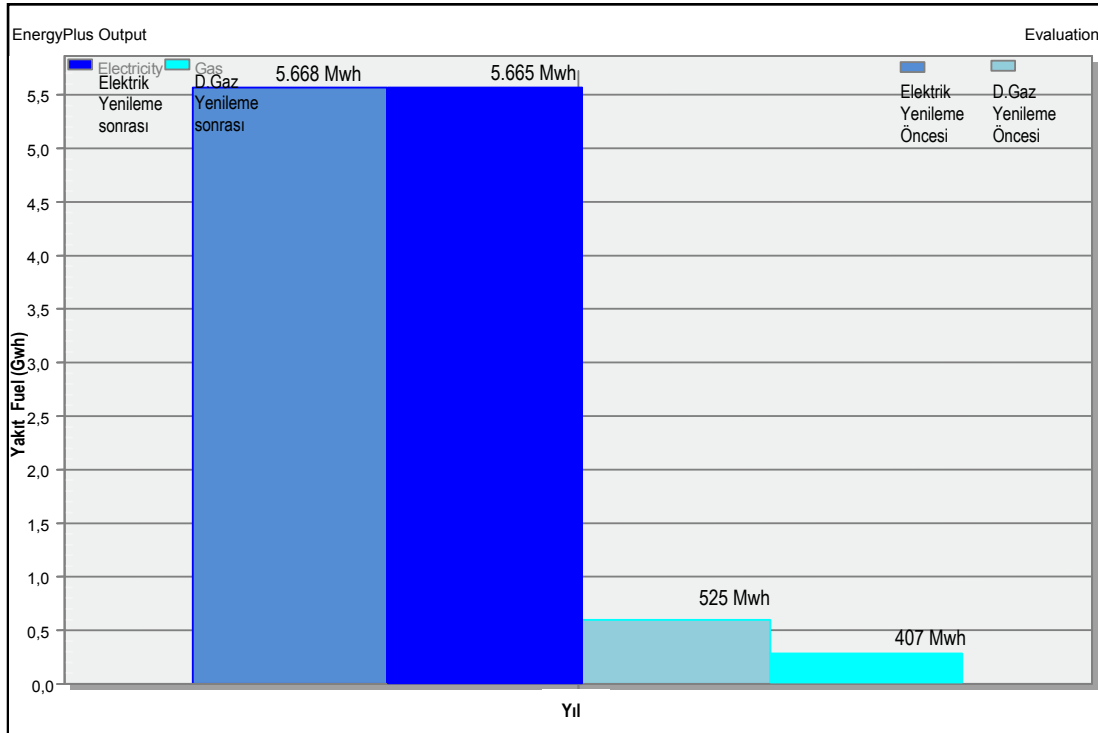
Şekil 5.13: Geliştirilmiş duvar kesiti.



Şekil 5.14: Senaryo 1' in uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.



Şekil 5.15: Senaryo 1 'in uygulanması sonucunda aylık toplam enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.



Şekil 5.16: Senaryo 1 'in uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.

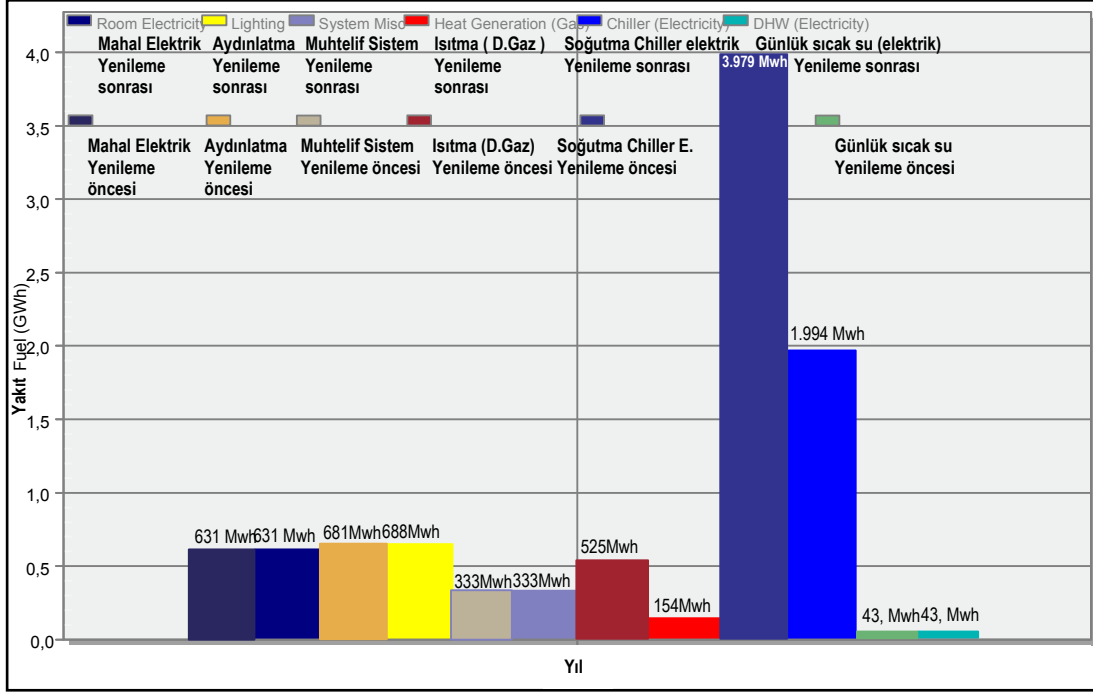
5.2.3.2. SENARYO 2 / S2: S1 + Saydam Bileşende Yapılan Yenileme.

Bu yenileme çözümünde camların 13 mm 3 katmanlı Argon Gazı dolgulu Low E ve yansıtıcı özellikli camlarla, alüminyum doğramaların ise şekil 5.17 de verildiği gibi, EPS ısı izolasyonlu ve PVC ısı bariyerli 0,9 – 1,6 W/m²K aralığında U değeri veren alüminyum doğramalar ile değiştirilerek iyileştirilmesi denenmiştir. Camların U değeri 1,32 W/m²K, görünür ışık geçirgenlik oranı 0,120 'dir.

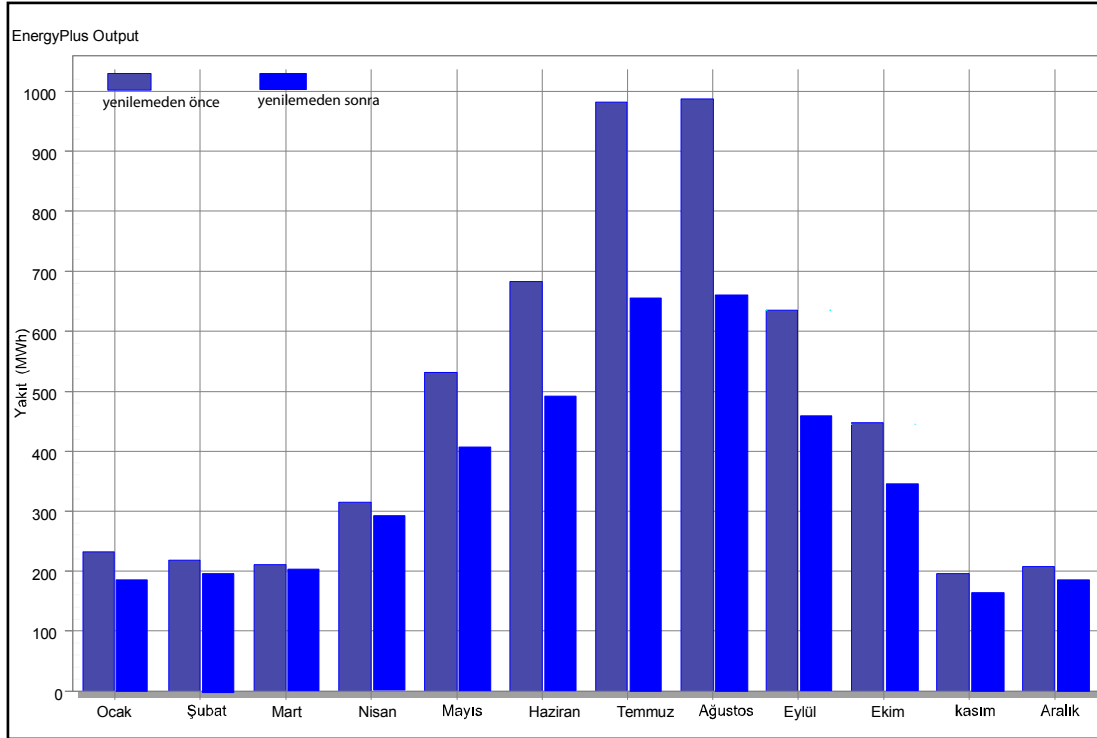
Elde edilen simülasyon sonuçlarına göre: Isıtma için harcanan toplam enerji 154 MWh yıl' a düşmüştür. Dolayısıyla opak elemanların yalıtımdan sonra %62'lik bir ısıtma enerjisi tasarrufu, toplamda ilk duruma göre ise %70 oranındabir tasarruf sağlanması anlamındadır. Toplam soğutma enerjisi için harcanan elektrik tüketiminde %50 oranında bir azalma ile 3.979 MWh yıl dan 1.994 MWh yıl'a düşüş sağlanmıştır. Buna karşılık aydınlatma enerjisinde ise kayda değer bir değişim gözlenmemiştir.



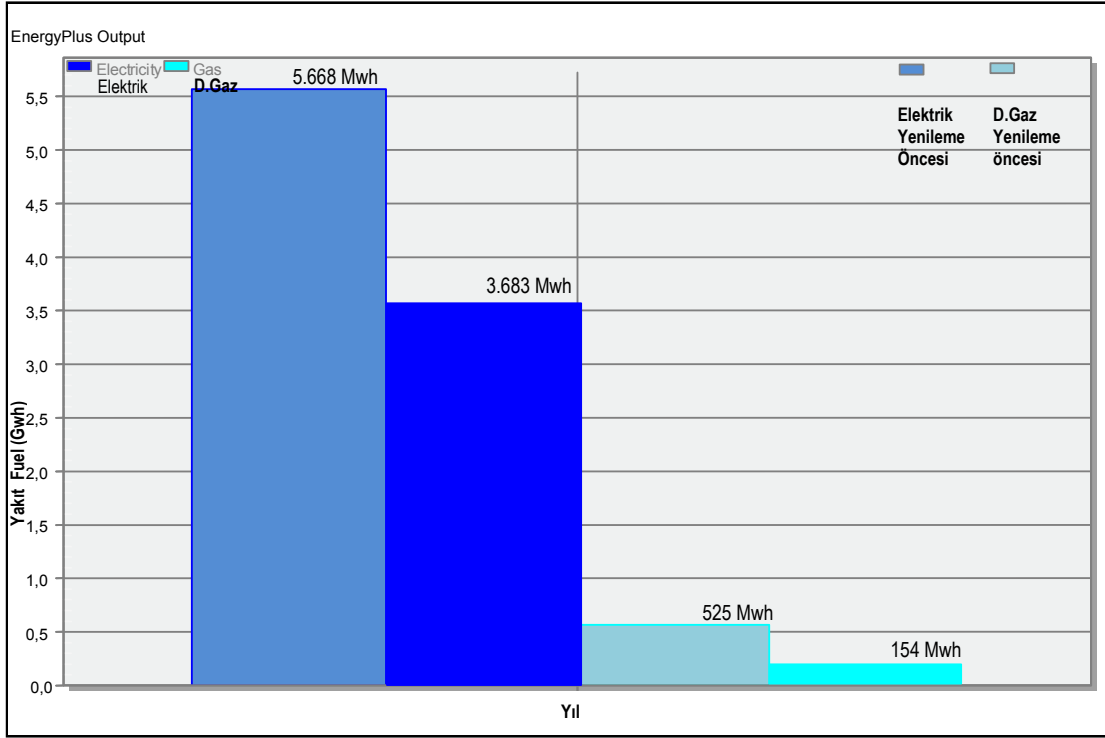
Şekil 5.17: Senaryo 2 de kullanılması önerilen alüminyum doğrama detayı.



Şekil 5.18: Senaryo 2'nin uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.



Şekil 5.19: Senaryo 2' nin uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.



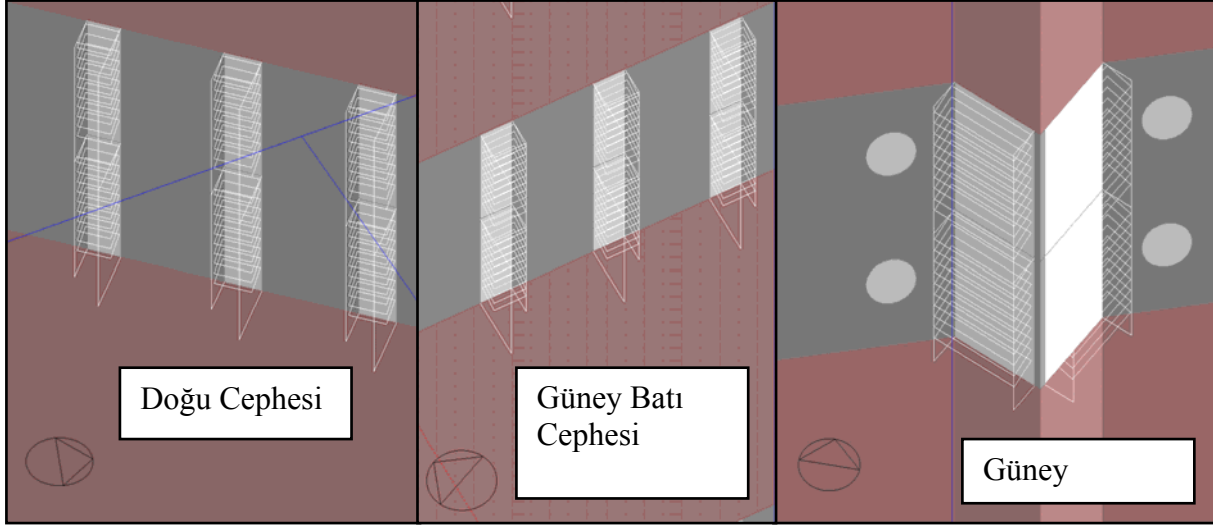
Şekil 5.20: Senaryo 2 'nin uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.

5.2.3.3.SENARYO 3 / S3: S1 + S2+ Güneş Kontrolü

Binanın saydam cephe elamanlarını büyük bölümü kuzeye bakmakta ve bu elemanlar çalışma mahallerinin ana pencerelerini oluşturmaktadır. Doğu ve batı cephelerinde ise daha küçük pencereler bulunmaktadır. Bu pencereler yapının yenileme öncesi durumunda açılabilen tek kanat pencereler olarak tasarlanmış, Kuzey cephesi pencereleri ise sabit olarak tasarlanmıştır. Güney cephesinde tuvaletlerin yuvarlak pencereleri ve çekirdeğin ışık alması için tamamen cam cepheli bir üçgen konsol bölüm bulunmaktadır.

Doğu ve batı cephelerinde günün saatine göre yatay veya daha dik gelen güneş ışınlarını kesmek için sabit tavandan yere kadar 30 cm derinliğinde 15° açı ile konumlanmış ve birbirinden 30 cm açık duran 10 adet flap sağ ve sol kalkan paneller uygulanmıştır. (Şekil 5.21)

Fakat değişik açılarda gelen güneş ışınlarını etkili bir şekilde kesmek için yeterli olmamıştır.



Şekil 5.21: Senaryo 3 ile önerilen sabit güneş kontrol elemanları

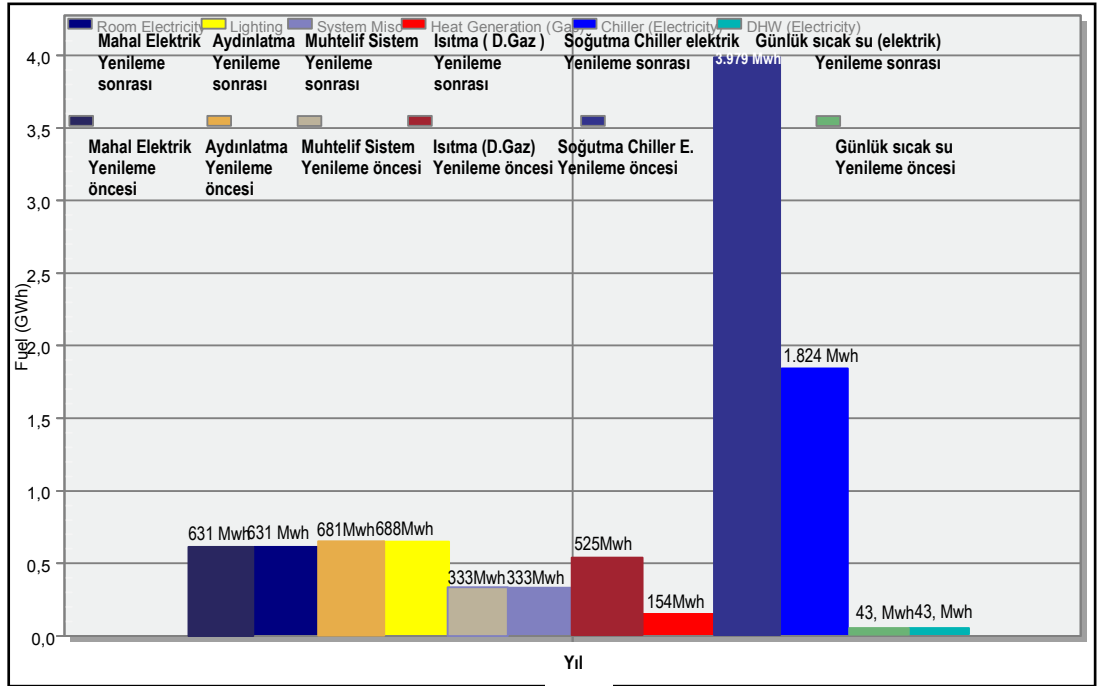
Şekil 5.21 de görüldüğü gibi güney cephesinde çekirdeğin aydınlanmasını sağlayan saydam elemanlara ise tavandan yere kadar 30 cm derinliğinde 15° açı ile konumlanmış ve birbirinden 30 cm açık duran 10 adet kanat, sağ ve sol kalkan paneller uygulanmıştır.

Böylece çekirdek döşeme plağının yazın dik gelen güneş ışınları ile direkt kazanç sağlanması engellenmiş, kışın ise çekirdek alanının yatay kış güneşinden elde edilecek kazançlar ile ısıtılmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

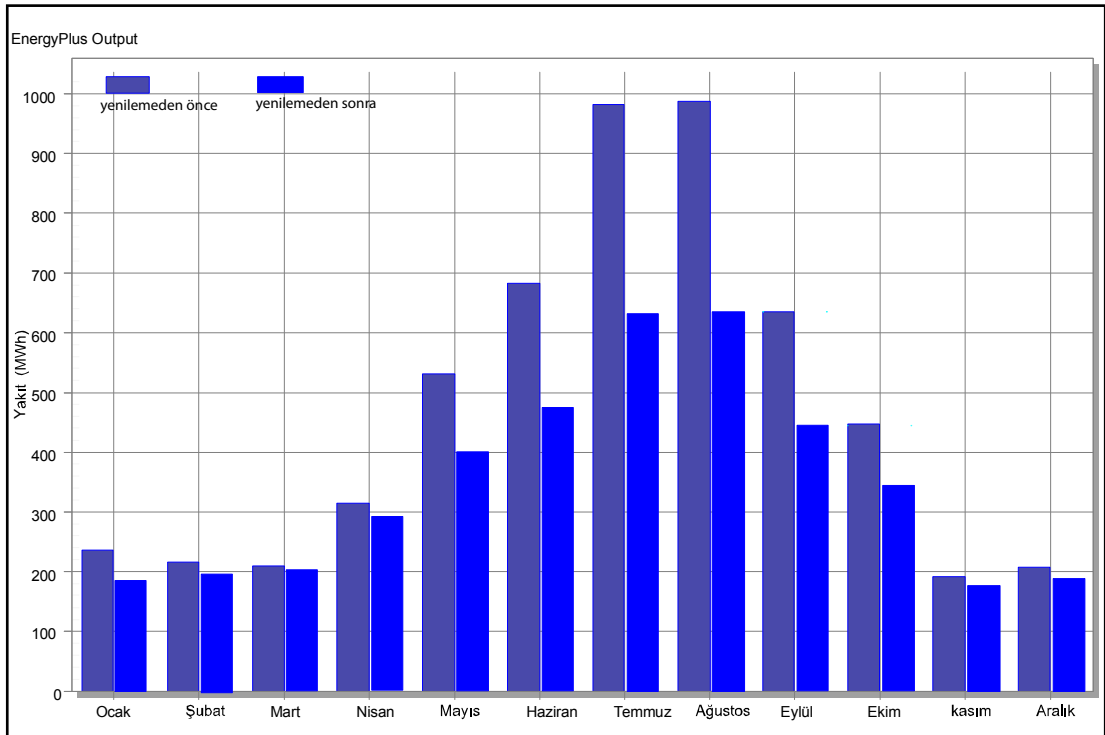
Eklenen hareketli orta katman jalûzi tipi gölgeleme elemanlarıyla ve sabit düşey yan kalkan panellerle batı ve doğudan akşam ve sabah saatlerinde yataya yakın gelen ve sabit kanatlı güneş kontrol elemanlarıyla engellenemeyen güneş ışığının kesilerek ofis alanlarının aşırı ısınmaması ve kamaşmanın engellenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan hesaplara göre; soğutma enerjisi 1.824 MWh yıl'a düşmüş, dolayısıyla % 8,5'lik bir azalma sağlanmıştır.

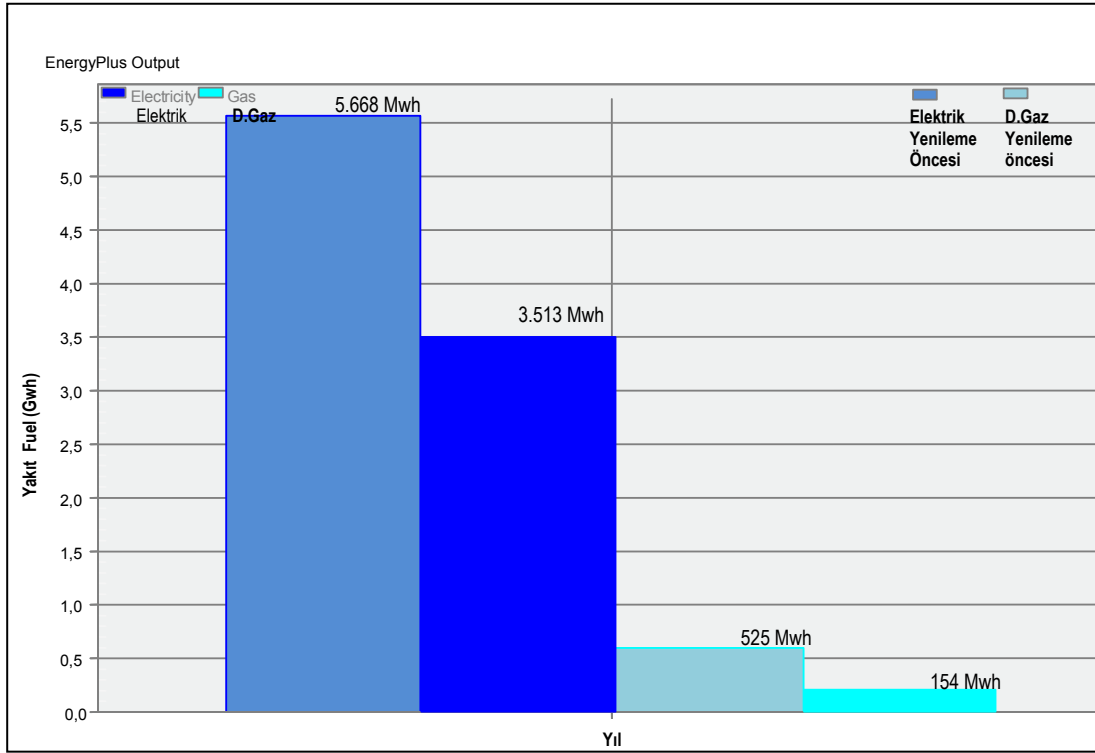
Isıtma ve aydınlatma enerjisinde kayda değer bir değişim olmamıştır. Sabit güneş kırıncıların kullanılabildiği güney cephesinde hali hazırda saydamlık oranının çok az oluşu nedeniyle enerji tasarrufuna düşük katkı sağlamalarına karşın olası yüksek maliyet ve montaj zorlukları göz önünde bulundurulduğunda uygulanmalarının doğru karar olacağı düşünülmüştür.



Şekil 5.22: Senaryo 3' ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.



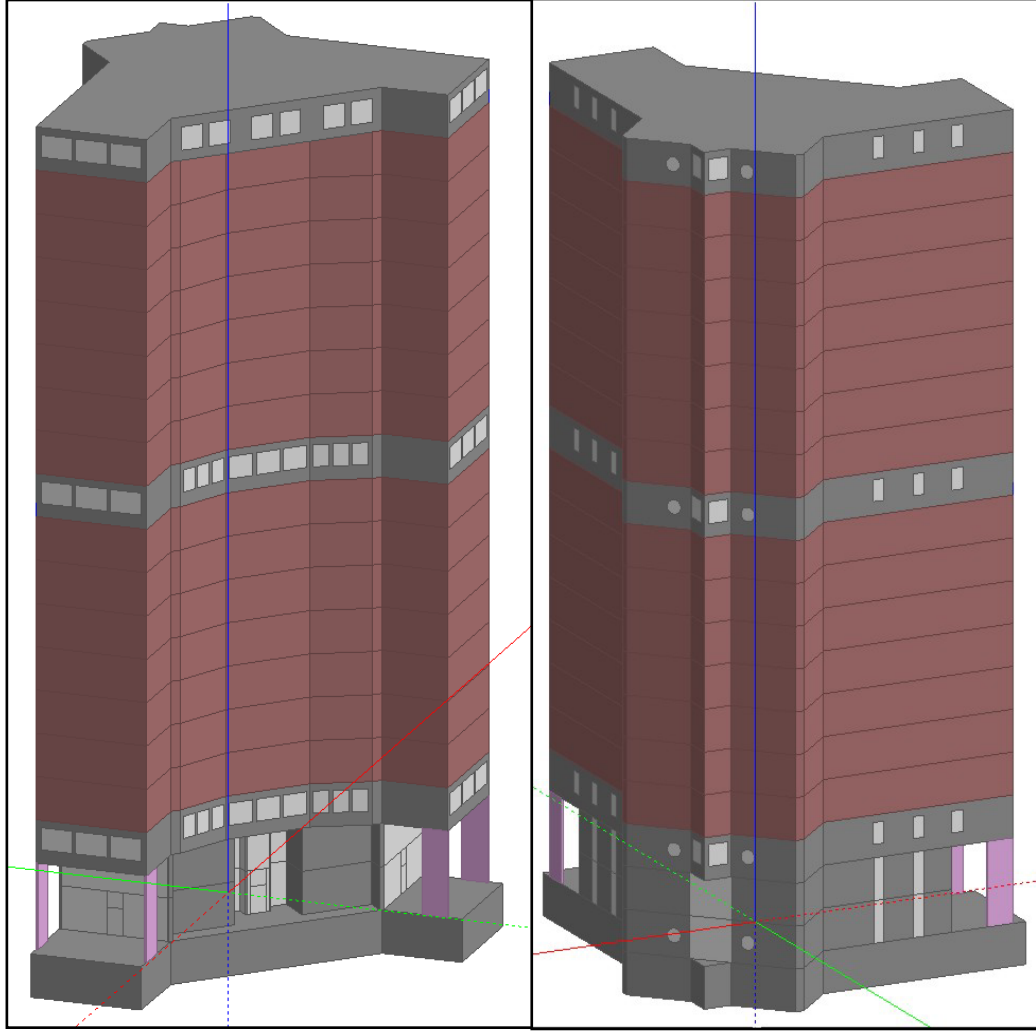
Şekil 5.23: Senaryo 3' ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin önceki durum ile karşılaştırılması.



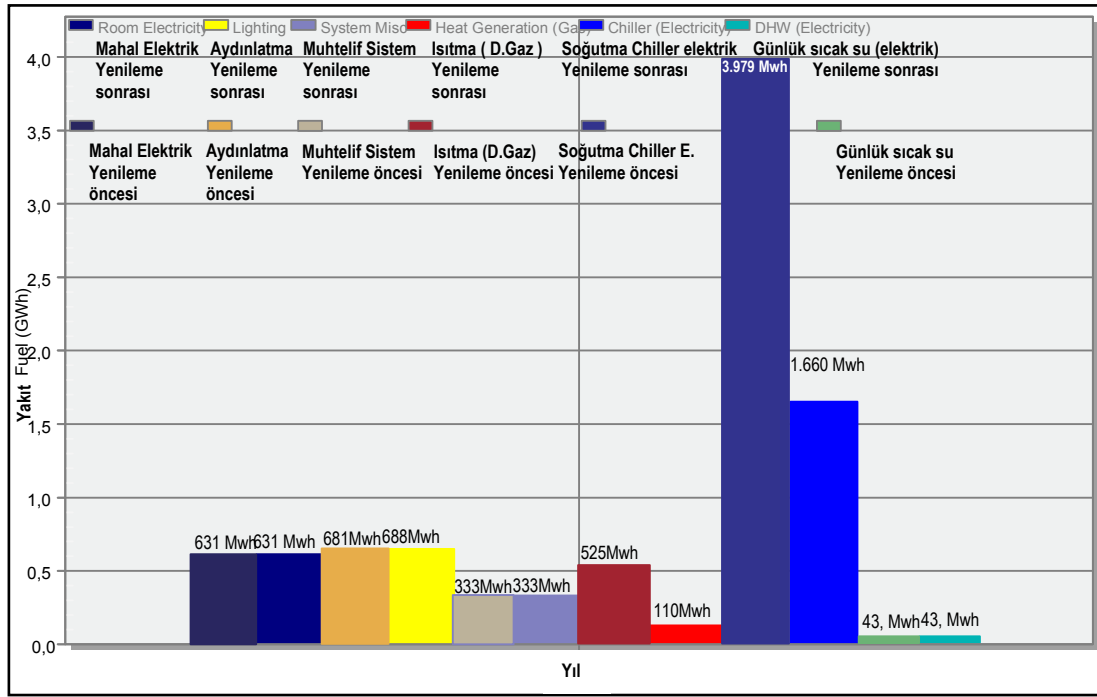
Şekil 5.24: Senaryo 3 'ün uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.

5.2.3.4. SENARYO 4 / S4: S1 + S2+ S3+ Saydırlık oranının azaltılması

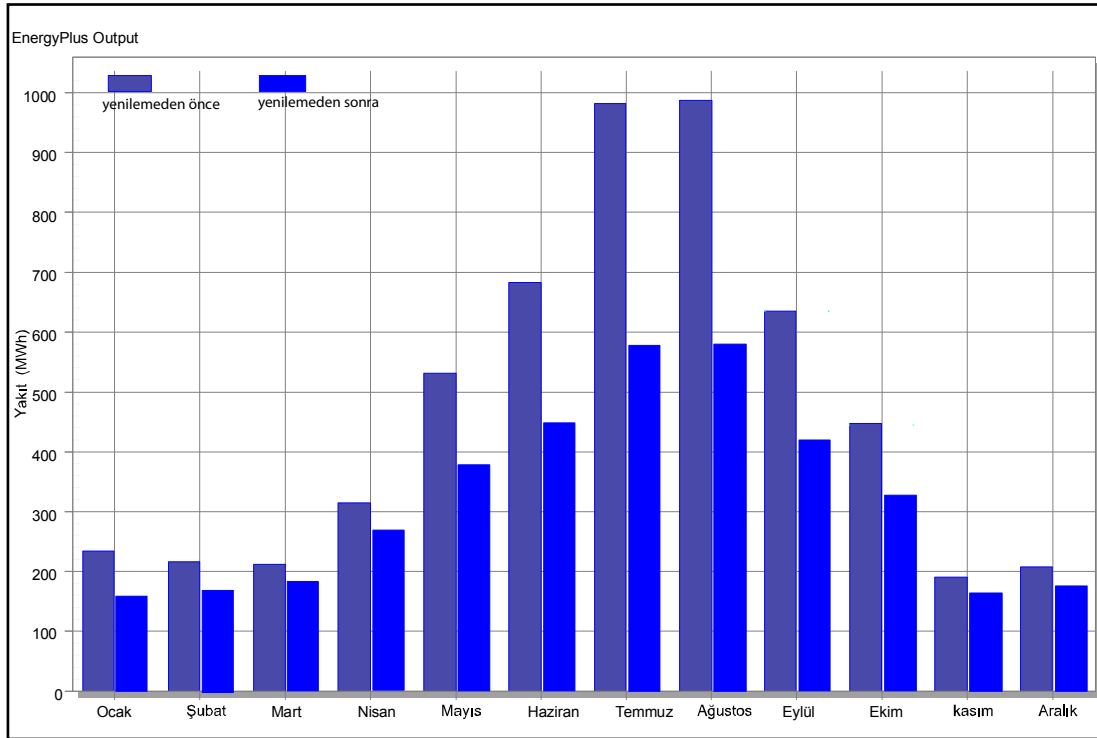
Doğu ve batı cephelerindeki pencerelerin tavandan zemine kesintisiz 350cm yüksekliğinde cam elemanlardan, tavandan 60 cm, zeminden ise 110 cm parapet duvar bırakılarak, 180 cm yükseklikte pencerelere çevrilmesi önerilmiştir. Kuzey-Kuzeybatı cephelerinde de aynı işlem yapılarak bu cephelerdeki saydırlık oranının %55 oranında azaltılması sağlanmıştır. Bu yenileme ısıtma enerjisinde 154 MWh yıl' dan 110 MWh yıl a düşüş sağlamıştır, dolayısıyla % 29 daha ısıtma enerjisi tasarrufu yapılarak toplamda %79 ısıtma enerjisi tasarrufuna ulaşılması demektir. Soğutma enerjisinde ise 1.660 MWh yıl a düşüş sağlanmış dolayısıyla %9 daha tasarruf elde edilmiştir. Bu uygulamada aydınlatma enerjisinde kayda değer bir artış gözlemlenmemiştir.



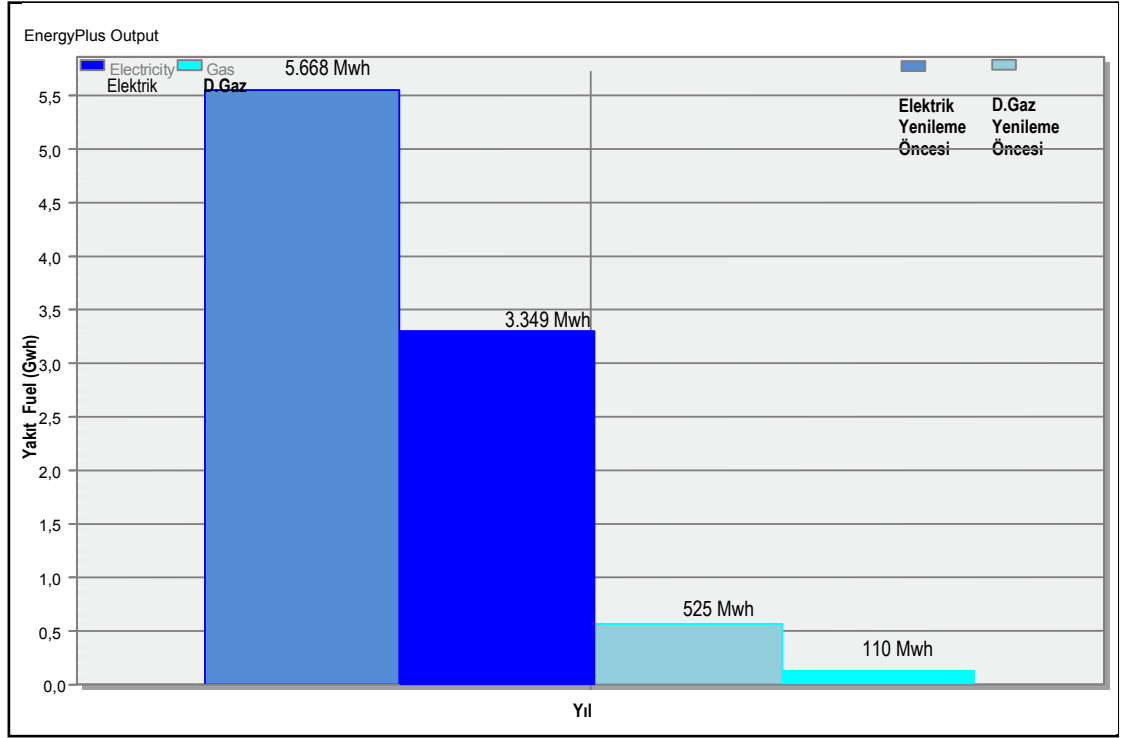
Şekil 5.25: Senaryo 4 de önerilen saydamlık oranının azaltılmasının cepheler üzerinde görsel etkisi



Şekil 5.26: Senaryo 4' ün uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.



Şekil 5.27: Senaryo 4' ün uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin önceki durum ile karşılaştırması.

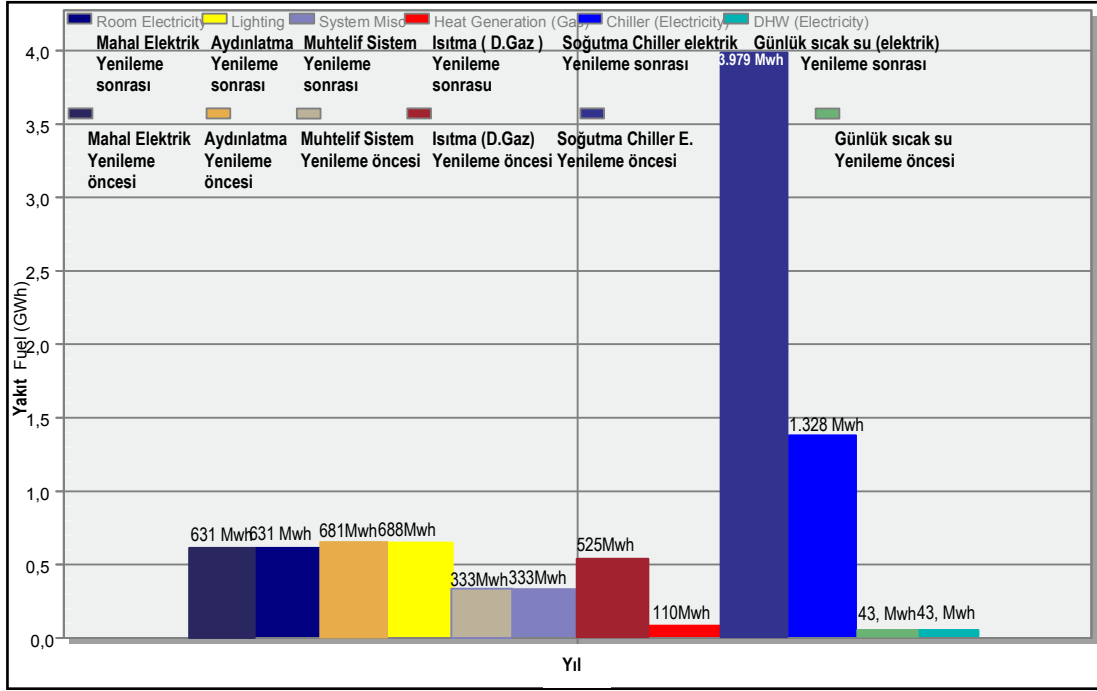


Şekil 5.28: Senaryo 4 'ün uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.

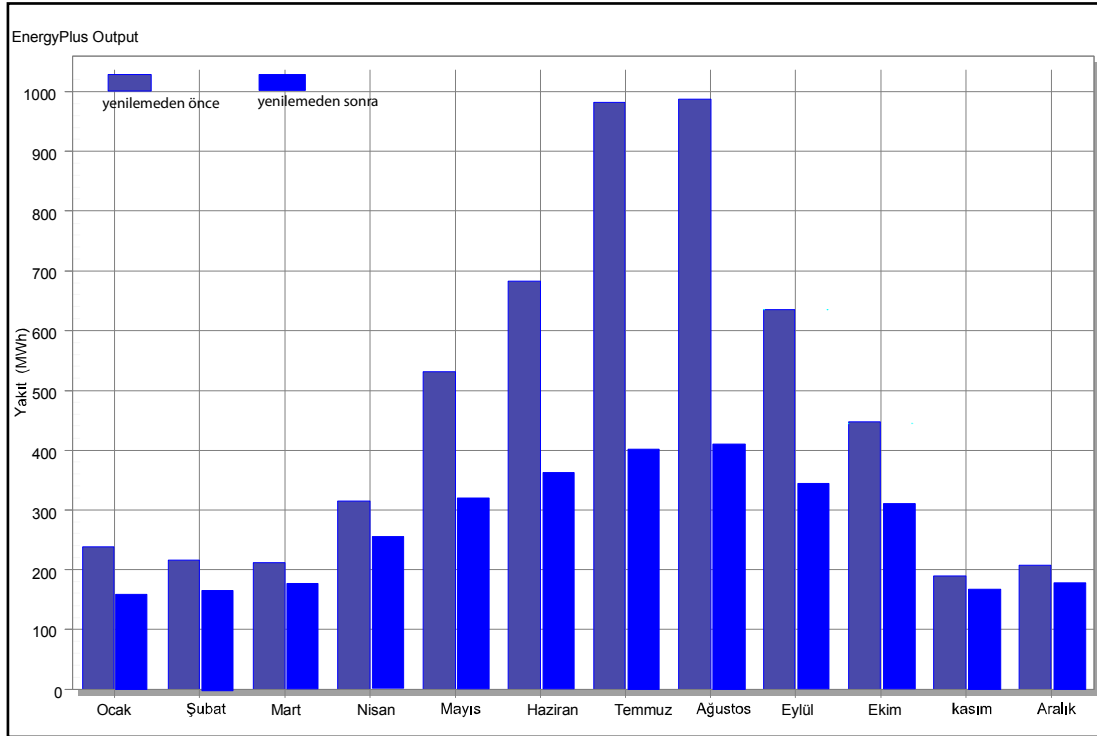
5.2.3.5. SENARYO 5 / S5: S1 + S2+ S3+ S4+HVAC Sistem alternatifi

Bu senaryoda, ısıtma soğutma ve temiz hava ihtiyaçları için temiz hava beslemeli fan coil ünitelerinden, sıcak sulu radyant ısıtma sistemine ve doğal havalandırma ile karışık mekanik havalandırma sistemine geçilmesinin etkileri ölçülmek amaçlanmıştır. Mahaller arasında soğuk ve sıcak hava akımlarının sağlanması amaçlanarak iç kapı altı menfezleri eklenmiş ve soğutma başlama ayar derecesi 26°C ye yükselterek doğal havalandırmanın 22°C'de başlaması hedeflenmiştir. Kuzey ve güney cepheleri arasında hem rüzgâr gücünün iticiliği hem de baca etkisi ile (aynı yönde) kontrollü bir doğal havalandırma sağlanması hedeflenmiş bu sayede soğutma için harcanan enerjiden tasarruf edilmesi amaçlanmıştır.

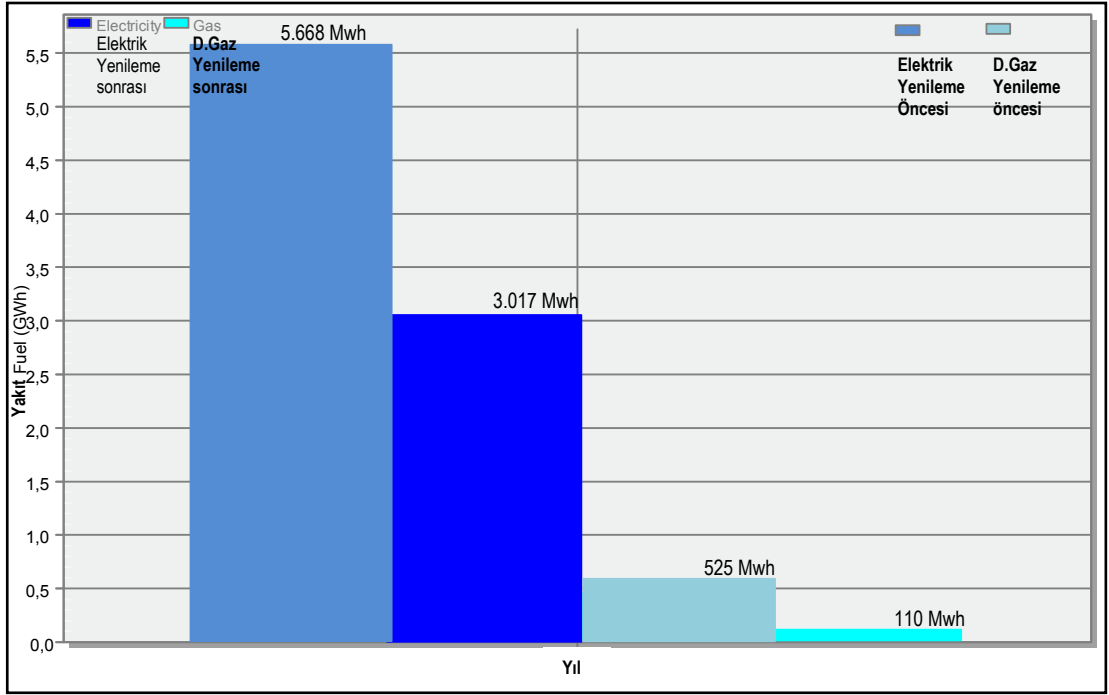
Yapılan hesaplar sonucunda toplam yıllık soğutma enerjisi 1.328 MWh yıl a düşmüştür, dolayısıyla bir önceki duruma nazaran %20 ek tasarruf sağlanmış olup, toplam enerji tasarrufu %66,5'e ulaşmıştır. Sulu radyant sisteme geçiş verimliliğinde önemli bir değişim yaratmamış ve kayda değer bir enerji tasarrufu gözlenmemiştir.



Şekil 5.29: Senaryo 5' in uygulanması sonucunda enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.



Şekil 5.30: Senaryo 5' in uygulanması sonucunda aylık enerji tüketimlerinin yenileme öncesi durum ile karşılaştırılması.



Şekil 5.31: Senaryo 5 'in uygulanması sonucunda yıllık toplam enerji tüketiminin yenileme öncesi durum ile karşılaştırması.

5.3 Uygulanan Senaryoların Sonuçlarının Karşılaştırılması:

Yapılan enerji etkin yenileme senaryolarından çıkan sonuçların incelenmesiyle Senaryo 1 de önerilen opak kabuk elemanlarının yalıtımının artırılması, yapının işleyiş sürecine etki etmeden, dolayısı ile iş kaybına yol açmadan, süratle yapılabilecek ve maliyet açısından görece ekonomik olduğu bilinen bir yenileme senaryosu olması ve sağladığı ısıtma enerjisi tasarrufu ile oldukça etkili bir yenileme çözümü olarak öne çıkmıştır.

Senaryo 2 de önerilen cam çeşidinin Low e + argon dolgulu 3 kat cam ve doğrama elemanlarının ısı izolasyonlu ve ısı bariyerli doğrama tipleriyle değiştirilmesi ile binada ısıtma yüklerinde %62, soğutma yüklerinde %50 ye varan enerji tasarrufu sağlanmıştır. Senaryo 3 de önerilen doğu ve batı pencerelerinde orta katmana jalûzi tipi güneş kontrolü elemanlarının eklenmesi, sabit güneş kontrolü elemanları konulmasından daha yüksek tasarruf sağlayarak ve sabit elemanlara göre düşük maliyeti ve cam değişimi sırasındaki montaj kolaylığı ile saydam elemanların geliştirilmesi aşamasında yapılabilecek görece verimli bir çözüm olmuştur.

Bu 5 senaryonun üst üste uygulanması ile varılan paket program sonucunda; toplam yıllık CO₂ salımı: 35,49 kg/m² yıl dan % 54 düşerek 16,29 kg/m² yıl'a düşmüş Soğutma enerjisinde %66,5 Isıtma enerjisinde %79 tasarruf sağlanmış, toplam yıllık enerjide %50 tasarruf sağlanabilmiştir.

6. SONUÇ

Çalışanların yaşamlarının büyük bir bölümünün büro binalarında geçmesi büro binalarında sağlıklı konforlu koşulların sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Diğer taraftan binalarda konfor koşullarının sağlanmasında kullanılan enerji tüketimlerinin giderek artması bu tür binaların enerji etkinliğinin değerlendirilmesi ve istenilen performansı sağlamayan binaların enerji etkin geliştirilmesini gerekli hale getirmiştir. Ayrıca, ülkemizde güncel olan enerji yönetmeliği gereğince mevcut binaların enerji kimlik belgesi alması zorunlu olacağından, mevcut binaların enerji tüketimleri açısından değerlendirilmesi gerekliliği açıktır. Bu açıdan bu çalışmada, enerji tüketimlerinde önemli bir yer tutan büro binalarının enerji etkin yenilenmesi ele alınmıştır. Çalışmada, ele alınan mevcut bir büro binası örneğinin enerji performansının saptanması ve enerji etkin olarak yenilenmesi için öneriler geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu hedef doğrultusunda örnek olarak seçilen İstanbul Ataşehir’ de yer alan büro binasında,

- Binanın mevcut durumda enerji simülasyonu aracılığı ile yıllık enerji giderleri hesaplanmış,
- Hesaplanan giderlerin azaltılması için, opak bileşenlerin yenilenmesi, saydam bileşenlerin iyileştirilmesi, güneş kontrolü uygulanması, saydamlık oranının azaltılması, HVAC sisteminin değiştirilmesi gibi farklı önerileri kapsayan senaryolar geliştirilmiş, bu senaryoların uygulanması durumunda yıllık enerji giderleri hesaplanarak, sonuçlar irdelenmiştir.

Çizelge 5.1’de enerji etkin yenileme senaryolarının uygulanması sonucunda hesaplanan yıllık toplam enerji giderleri verilmiştir.

Çizelge 5.1: Yenileme senaryolarının sağladığı yıllık toplam enerji giderleri

Referans Binanın Mevcut Durumda Enerji Giderleri	6.193 MWh / yıl
S1: Opak Bileşende İyileştirme (Yalıtım Uygulaması)	6.072 MWh / yıl
S2: S1+Saydam Bileşende İyileştirme	3.837 MWh / yıl
S3: S1+S2+ Güneş Kontrolü	3.667 MWh / yıl
S4: S1+S2+S3+ Saydamlık oranının azaltılması	3.459 MWh / yıl
S5: S1+S2+S3+S4+ HVAC sistemi önerisi	3.127 MWh / yıl

Yapılan hesaplar sonucu binaların sadece opak cephelerinde yapılacak iyileştirmelerin ısıtma ve soğutma için harcanan enerji giderlerinde % 2, saydam cephe elemanlarında yapılacak iyileştirmenin ise ısıtma ve soğutma için harcanan enerjide % 38 oranında tasarruf sağlayabileceği görülmüştür. Yapılan her yenileme enerji giderlerinin azalmasını sağlamıştır. Mevcut durumla karşılaştırıldığında yapılan yenilemelerin sonucunda elde edilen enerji tasarruf oranları Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2: Yenileme senaryoları ile mevcut duruma göre sağlanan enerji tasarrufu

Yenileme	
S1: Opak Bileşende Yenileme(Yalıtım Uygulaması)	% 2
S2: S1+Saydam Bileşende Yenileme	% 38
S3: S1+S2+ Güneş Kontrolü	% 41
S4: S1+S2+S3+ Saydamlık oranının azaltılması	% 44
S5: S1+S2+S3+S4+ HVAC sistemi önerisi	% 50

Yapılan yenileme çalışmalarının bir diğer olumlu etkisi de binanın CO₂ salımının azaltılmasıdır. Referans binanın mevcut şartlar altında CO₂ salımı 35,49 kg/ m² yıl iken enerji etkin yenilemeler sonucunda 16,29 kg/m²’ye düşmüştür. Diğer bir deyişle, referans binanın CO₂ salımında % 54 oranında bir azalma sağlanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda, bir büro binasında sınırlı sayıda geliştirilen enerji etkin yenileme senaryoları ile enerji tasarrufu sağlanabileceği ortaya konulmuştur. Gelişmiş ülkelerde farklı senaryoların üretilerek büro binalarında enerji etkin yenileme çalışmalarıyla önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceği örneklerle görülmektedir. Ülkemizde gerek kullanıcı konforunun en az enerji giderleri ile sağlanması, gerekse yeni enerji yönetmeliği ile binaların enerji kimlik belgesi ile enerji giderlerinin değerlendirilmesi gerekliliği üzerinde durulması, enerji etkin

yenileme çalışmalarının önümüzdeki günlerde hız kazanacağını göstergesidir. Bu tez çalışması da bu tür enerji etkin çalışmaların önemini vurgulamakta, özellikle çok sayıda kullanıcısı olan büro binalarında yapılacak enerji etkin çalışmalar ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceğinin göstergesi olmaktadır. Ancak, bundan sonra yapılacak çalışmalarda geliştirilen seçenekler arasında doğru kararlara varabilmek için bu tez çalışmasında ele alınmayan maliyet faktörünün de ele alınması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Al-Homoud, M.S.**, 2001: Computer aided building energy analysis techniques, *Building and Environment*, Vol. **36**, pp. 421-433.
- Amstock J.S.**, 1997: Handbook of Glass in Construction, McGraw-Hill, New York
- Anstett, M., and Kreider, J.F.**, 1993: Application of neural networking models to predict energy use, ASHRAE Transaction.
- Avrupa Komitesi (Commission Of The European Communities)**, 2006: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, Brussels, 19.10.2006 COM(2006)545 final
- Balaras, C.A., Dascalaki, E., Drousa, P., and Kontoyiannidis, S.**, 2003: European methodologies and software for decision making during the assesment of building retrofit strategies, paper for International Conference on Environmental Technology, HELECO'03.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği**, 2008: *Resmi Gazete*, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Brown, W.C., and Ruberg, K.**, 1988: Window performance factors, part of the technical documentation produced for Building Science Insight '88.
- Busch, R.D.**, 1996: Characterization of Energy Processes in Buildings. Fundamentals of Building Energy Dynamics, MIT Press, Cambridge.
- Chevalier J.L., and Le Teno J.F.**, 1996: Requirements for an LCA based model for the evaluation of the environmental quality of building products, *Building and Environment*, Vol. **31**, p.p.487-491.
- Chwieduk, D.**, 2003: Towards sustainable-energy buildings, *Applied Energy*, Vol. **76**, p.p. 211–217.
- Citherlet S., Clarke, J.A., and Hand, J.**, 2001: Integration in Building Physics Simulation, *Energy and Buildings*, Vol. **33**, p.p. 451-461, Elsevier.

- Cole, R., and Kernan, P.,** 1996: Life-Cycle Energy Use in Office Buildings, *Building and Environment*, Vol. **31**, no: 4, p. 307-317.
- Crawley, D. B., Lawrie, L. K., Winkelmann, F. C., Buhl, W. F., Erdem, A. E., Pedersen, C. O., Liesen, R. J., and Fisher, D. E.,** 1997: The next generation in building energy simulation a glimpse of the future, Proceedings of Building Simulation '97, Vol. **II**, pp. 395-402, September 1997, Czech Republic.
- Crawley, D., Winkelmann, F., Lawrie, L., and Pedersen, C.,** 2001: EnergyPlus: new capabilities in a whole building energy simulation program, Seventh International IBPSA Conference, Brazil. 104
- Cengel Y.A.,** 2008: Heat Transfer A Practical Approach, WCB/McGraw Hill, New York.
- Daniels, K.,** 1997: The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures Examples and Ideas, Birkhauser Verlag, Basel.
- Dascalaki E., and Santamouris, M.,** 2002: On the potential of retrofitting scenarios for offices, *Building and Environment*, Vol. 37, p.557 – 567, Pergamon.
- Daylight in Buildings, A source book on daylighting systems and components 2000** International Energy Agency (IEA), Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, The Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA,
- Designbuilder software,** 2006: DesignBuilder 1.2 User Manual, <http://www.designbuilder.co.uk>.
- Dubin, F.S., and Long, C.G.,** 1980: Energy Conservation Standards For Building Design Construction and Operation, McGraw-Hill, New York.
- Ferrari, S.,** 2007: Building envelope and heat capacity; Re-discovering the thermal mass for winter energy saving, PALENC 2007, Vol. **1**, 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, September 2007, Crete island, Greece.
- Floridesa, G.A., Tassou, S.A., Kalogirou, S.A., and Wrobell, L.C.,** 2002: Measures used to lower building energy consumption and their cost

- effectiveness, *Applied Energy*, Vol. **73**, p.p. 299–328, Elsevier.
- Georg, A., Graf, W., Schweiger, D., Wittwer, V., Nitz, P., Wilson, H.R.**, 1998: Switchable glazing with a large dynamic range in total solar energy transmittance (TSET), *Solar Energy*, Vol. **62**, no: 3, p.p. 215-228, Elsevier.
- Givoni, B.**, 1976: Man Climate and Architecture, Applied Science Publishers, London
- Granum, H.**, 1976: Optimization of thermal insulation in buildings energy conservation in the built environment, Proceedings of the 1976 Symposium of the International Council for Building Research Studies and Documentation, British Research Establishment, p.p. 371-382, The Construction Press,
- Güçlü S.B.**, 2005: Kyoto Protokolü ve Türkiye'nin protokol karşısında durumu, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi142/d142_4851.pdf
- Hawkes, D.**, 1996: The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment, E&FN SPON Press, London.
- Henderson, G., Tillerson, K., Blaustein, E.**, 2001: Building Energy Labelling in Existing Buildings, European Council for an Energy- Efficient Economy, Summer Study Proceedings, p.p.97-106.
- Hong, T., Chou, S.K., Bong, T.Y.**, 2000: Building simulation: An overview of developments and information sources, *Building and Environment*, Vol. **35**, p.p. 347-361, Pergamon.
- Hui, S.C.M.**, 1998: Simulation Based Design Tools for Energy Efficient Buildings in Hong Kong, *Hong Kong papers in Design and Development*, Vol.1, p.p.40-46.
- Hunn, B.D.**, 1996: Fundamentals of Building Energy Dynamics, MIT Press, Cambridge.
- Hyde, R.**, 2000: Climate Responsive Design, SPON Press, London
- Isı Yalıtım Yönetmeliği**, 2008: Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ekim 2008.
- Kavak, K.**, 2005: Dünyada Ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, yayın no: 2689,

Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

- Keskin, T.,** 2000: Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Tasarrufu Potansiyeli, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 8. Enerji Kongresi İçin, Tebliğ, Ankara
- Kocaaslan, G.,** 1991: Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.U Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Koç, M.Y., ve Garip, M.,** 2008: Türkiye ve Avrupa’da Sürdürülebilir Enerji ve Çevre İlişkisi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008, 17-19 Aralık 2008, İstanbul
- Kreider, J.F., and Rabl, A.,** 1994: Heating and Cooling of Buildings: Design for Efficiency, McGraw-Hill, New York.
- Kushler, M.G.,** 2004: How Energy Efficiency Has Survived Restructuring US: A Review and Initial Assesment of Public Benefits Policies and Programs in the United States, European Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study Proceedings 2001, p.p.254-267.
- Lampert, C.M.,** 1990: Large-Area Chromogenics: Materials and Devices for Transmittance Control, Society of Photo Optical Press, USA.
- Manioğlu, G.,** 2002: Bina kabuğu ve ısıtma sistemi işletme biçiminin ekonomik analizi, *İtu dergisi/a, mimarlık, planlama, tasarım*, Cilt. 1, sayı. 1
- Moons E.,** 2003: The development and application of economic valuation techniques and their use in environmental policy - A survey, Working Paper Series, no: 2003-7, Center for Economic Studies -Energy, Transport&Environment, Catholic University of Leuven, Belgium
- Moore, F.,** 1993: Environmental Control Systems: Heating, Cooling, Lighting, McGraw-Hill, Inc, New York. 106
- MVV,** 2004: Türkiye İçin Enerji Verimliliği Stratejisi, EİE ve UETM ile işbirliği içerisinde, Avrupa Komisyonu Türkiye Delegasyonu, Ankara.
- Nilsson, P.E., Aronsson, S., and Jagemar, L.** 1994: Energy efficient retrofitting of office buildings, *Energy and Buildings*, Vol. 21, p.p.175-185, Elsevier
- Olgay, V.,** 1963: Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural

Regionalism, Princeton University Press, USA.

Özkan, E., Tavit, A., ve Sahal, N., 1997: Mevcut Konutlarda Isı Korunumu Önlemlerinin Enerji ve Ekonomi Etkinliği, Türkiye 7. Enerji Kongresi: Enerjide Verimlilik, Cilt:4, World Energy Council Turkish National Committee, Ankara.

Papadopoulos, A.M., Theodosiou, T.G., and Karatzas, K.D., 2002: Feasibility of Energy Saving Renovation Measures in Urban Buildings: The Impact of Energy Prices and the Acceptable Payback Time Criterion, *Energy and Buildings*, Vol. 34, p.p. 455-466, Elsevier,

Rivard, H., Bedard, C., Ha, K.H., Fazio, P., 1999: Shared conceptual model for the building envelope design process, *Building and Environment*, Vol. 34, p.p. 175- 187, Pergamon

Sediadi, E., 2004: simple calculation of photovoltaic/pv solar electricity product in buildings (case study: jakarta office buildings), International Seminar in Sustainable Environment & Architecture 2004, Malaysia Technology University, Malaysia.

Smith, P.F., 2001: Architecture in a Climate of Change: A Guide to Sustainable Design, Architectural Press, Oxford

Soysal, S., 2008: Konut Binalarında Tasarım Parametreleri İle Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Stein, R.G., 1977: Architecture and Energy: Conserving Energy Through Rational Design, New York, Anchor Press,

Straaten, J.F., 1967: Thermal Performance of Buildings, Elsevier Publishing, Amsterdam & New York,

Strand, R.K., and Fisher, D.E., 2000: EnergyPlus: A New-Generation Energy Analysis and Load Calculation Engine for Building Design, Proceedings of the ACSA Technology Conference, Cambridge, MA.

Surmeli, A.N., 2004: Assessing Thermal Performance Of Office Building Envelopes; A Case Study On Energy Efficiency, M.Sc Thesis, METU, Ankara.

Sahin, M., 2007: Türkiye'nin Özel Şartları, İç Denetim Koordinasyon Kurulu için

hazırlanan sunum, Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Trines, R., and Geet, C.V., 2004: Smart Technology for Homes: An Integrated Approach to Sustainable Development, European Council For An Energy Efficient Economy Summer Study Proceedings 2001, p.p.157-168.

Tuluca, A., 1997: Energy Efficient Design and Construction for Commercial Buildings, McGraw-Hill, New York107

Turan, O., 2004: Binalarda Enerji Verimliliğinin Önemi ve Çözüm Önerileri, 23. Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, EİE Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2001: Improve energy efficiency with solar water heating, document

Url-1 < <http://www.tcmb.gov.tr> >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-2 < <http://tr.wikipedia.org/wiki/> >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-3 < <http://www.arch.hawaii.edu/> >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-4 < <http://www.balco.se/> >, alındığı tarih 10.03.2009.

Url-5 < <http://www.maliyetbul.com> >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-6 < <http://tr.wikipedia.org/wiki/> >, alındığı tarih 10.03.2009.

Url-7 < <http://www.investopedia.com/terms/w/wacc.asp> >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-8 < <http://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp> >, alındığı tarih 10.03.2009.

Url-9 < valentin.de/calculation/ >, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-10 <<http://www.architerra.gr/>>

Vandenberg, M., 1978: Handbook of Building Enclosure, The Architectural Press, London

Visual Comfort, Architerra, VisualComfort in Chapter
http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4_2_VISUAL_COMFORT.pdf

Xing, H.Y.H., 2004: Building Load Control and Optimization, *Ph.D. Thesis*, MIT Press, Cambridge

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Özgecan Karaca

Doğum Yeri ve Tarihi: 14.12.1980

Adres: Eyüp İstanbul

Lisans Üniversitesi: T.C. Maltepe Uni.

Yayın Listesi: