

55605

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PENCERE TİPLERİNİN YAPILARDAKİ
ENERJİ TASARRUFUNA KATKISI**

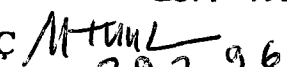
YÜKSEK LİSANS TEZİ

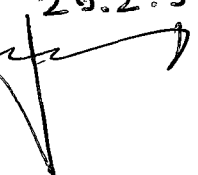
Mak. Müh. Levent YILMAZ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 Ocak 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ocak 1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. A. Kemal DAĞSÖZ  28.1.1996

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat TUNÇ  29.2.96

: Doç. Dr. Feridun ÖZGÜÇ  26.2.96

OCAK 1996

**PENCERE TİPLERİNİN YAPILARDAKİ
ENERJİ TASARRUFUNA KATKISI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Levent YILMAZ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11 Ocak 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ocak 1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. A. Kemal DAĞSÖZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat TUNÇ

Doç. Dr. Feridun ÖZGÜÇ

OCAK 1996

ÖNSÖZ

Dünya 'da ve Türkiye 'de enerji tüketimi ve hava kirliliği her sahada ekonomi önlemleri alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Tüketilen enerjinin % 40 ına yakın miktarı yapılarımızın ısıtılması ve soğutulması için kullanılmaktadır. Büyük bir savurganlık ile tükettiğimiz bu enerji dışarıya senede milyarlar dolar ödememizi gerektirmektedir. Bunu azaltma çarelerini aramak uygun ve zorunlu önlemleri almak hepimizin, hasasiyetle üzerinde durması gereken bir zorunluluktur.

Yapıların ısı kayıplarını ve ısı kazançlarını azaltacak şekilde projelendirilmesini öneren, gerek mevcut iç yönetmelikler, gerek dış yönetmeliklerin kapsadığı yapı şartlarını öğrenmek ve uygun projelendirmeyi yapmak mimarlar, inşaat mühendisleri ve enerji mühendislerinin üzerine düşen bir meslek borcudur.

Projelerin yönetmeliklere uygunluğu kontrolünün de tam yapılması işi de merkezi ve yerel idarelere düşmektedir.

Bu nedenle ısıtma ve soğutma için tüketilen enerjiden tasarruf sağlayabilmek için pencerelerde yapılacak iyileştirmelerden başlamakta yarar vardır.

Bu çalışmada, beni yönlendiren ve yardımcı olan değerli hocam sayın Prof.Dr. Alpin Kemal DAĞSÖZ 'e ve yetişmemde emeği geçen tüm hocalarıma teşekkür ederim.

İstanbul
Ocak 1996

Mak.Müh.Levent YILMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. YAPILARDA ENERJİ TASARRUFU	3
2-1. Türkiye 'de Yapılarda Enerji Tüketimi	3
2-2. Yapılarda Enerji Tüketiminin Çevre Kirliliğine Etkileri	4
2-3. Gelişmiş Ülkelerde Enerji Tasarruf Politikası	6
2-4. Yapılarda Enerji Tasarrufu Önlemleri	9
2-4.1. Tasarım esnasında üzerinde durulması gerekenler	10
2-4.2. Isıtma sistemlerinde üzerinde durulması gerekenler	13
BÖLÜM 3. PENCERELERDEKİ KAYIPLAR	18
3-1. Problemler	18
3-2. Isı Kayıpları	19
3-2.1. Direkt ısı kaybı	19
3-2.2. Hava kaçakları	28
3-3. Isı Kazançları.	32
BÖLÜM 4. CAM ÇEŞİTLERİNE GÖRE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ TASARRUF HESABI	40
4-1. Isıtma Enerji Tasarruf Hesabı	43
4-2. Soğutma Enerji Tasarruf Hesabı	47
BÖLÜM 5. CAM ÇEŞİTLERİNE GÖRE TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI	50
5-1. Isıtma Enerji Tasarruf Karşılaştırması	52
5-2. Soğutma Enerji Tasarruf Karşılaştırması	52
5-3. Tasarruf ve Maliyet Açısından Geri Ödeme Süreleri	52
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	56
EKLER	57
ÖZGEÇMİŞ	80

NOTASYON LİSTESİ

TEP	:	Ton Eşdeğer Petrol
k	:	Isı iletim katsayısı (kcal / mh°C)
h	:	Isı taşınım katsayısı (kcal / m ² h°C)
K	:	Toplam Isı geçiş katsayısı (kcal / m ² h°C)
F	:	Alan (m ²)
Δt	:	Sıcaklık farkı (°C)
Z _D	:	Birleştirilmiş artırım katsayısı
Z _H	:	Yön artırımı
Z _A	:	Dış yüzey ısı kaybı artırımı
Z _U	:	Kesintili ısıtma rejimi artırımı
Q _o	:	Artırımsız iletimsel ısı kaybı
V	:	Hacim (m ³)
a	:	Sızıntı faktörü (m ³ / hm)
L	:	Uzunluk (m)
Δp	:	Basınç farkı (kp / m ²)
R	:	Oda durum katsayısı
H	:	Bina durum katsayısı
n	:	Hava değişimi katsayısı (defa / h)
ρ	:	Yoğunluk (kg / m ³)
cp	:	Özgül ısı (kcal / kg C)

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 2-1. Bina konumları
- 2-2. Hacimlerin yerleştirilmesine dair bir örnek
- 2-3. Pencereilerin yerleşim düzeni
- 2-4. Radyatör arkalarının izolasyonu
- 2-5. Perdelerin düzgün kullanımı
- Şekil 3-1. Pencereilerden meydana gelen ısı kayıplar
- 3-2. PVC pencere detayı
- 3-3. Isıcam detayı
- 3-4. Hava kaçakları sızdırmaz hale getirilmiş pencere
- 3-5. Güneş Işınımı
- 3-6. Elektromanyetik spektrum
- 3-7. Dalga boyları
- Şekil 4-1. Camlardan meydana gelen ısı kaybı nedenleri
- 4-2. Camlardan meydana gelen ısı kazancı nedenleri

TABLO LİSTESİ

Tablo 2-1. Kasım 1995 tarihindeki yakıt fiyatlarının karşılaştırılması

Tablo 3-1. Çeşitli cam tiplerinin K değerleri

3-2. Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D

3-3. Yön artırım katsayısı Z_H

3-4. Kat yüksekliği artırımı

3-5. Pencerelerin hava sızdırma derecesi (a)

3-6. Çevre uzunluğu

3-7. Oda durumu katsayısı R

3-8. Bina durumu katsayısı H

3-9. Cam tiplerine göre geçirgenlik değerleri

Tablo 4-1. Türkiye 'de illere göre derece gün sayıları

4-2. Çeşitli cam tiplerinin K değerleri

4-3. Ortalama günlük güneş ısı kazancı (enleme göre)

4-4. Soğutma ayları (enleme göre)

4-5. Gölgeleme katsayısı

ÖZET

Bu çalışmada ilk olarak yapılarda kullanılan enerjiden tasarruf sağlanabilmesi için mimarlara, inşaat mühendislerine, enerji mühendislerine , merkezi ve yerel idarelere düşen görevler ve yapılması gerekenler üzerinde durulmuştur. Belirlenecek ulusal enerji tasarruf politikası sayesinde nelerin yapılması gerektiği ve sonuçlarından bahsedilmiştir. En çok ısı kaybının ve ısı kazancının meydana geldiği pencerelerden nasıl tasarruf sağlanacağı ve nelerin yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan karşılaştırmalı hesaplarda iyileştirilmiş pencere tiplerinin kendilerini çok kısa bir süre içerisinde amorti ettiği gözler önüne serilmiştir. Ülke ekonomisi açısından iyileştirilmiş pencere tiplerinin sağladığı avantajlar gösterilmiştir.

SUMMARY

When energy statistics of our country are examined, it will be seen that in the housing sector energy consumption with heating purpose has a very large share within the total energy consumption. It is clear that when energy consumption with heating aim in schools, hospitals, social installations and trade buildings are considered, the above mentioned rate would go still further.

When poor quality of the fuel-used for heating purpose is added this sector's contribution to air pollution is quite high. It is observed that in the buildings in Türkiye there is %70 economy potential in the energy consumption with heating purpose. In order to use this potential fully improving design and construction of the buildings (to raise the energy productivity) is an inevitable necessity for improving country's economy and the air quality.

When past and current situation of USA and European Countries are examined, Türkiye should complete the following works in shortest possible time: Energy consumption of the existing buildings should be determined existing buildings and element's heat specifications should be compared according to measuring results. Passive system techniques, which may be suitable to Türkiye's climatic conditions should be determined and presented to the use of the applicators as "Passive solar energy manual". We have to include in Standard test system (passive test cell) net. For energy analysis from developed computer programs the most suitable one for Türkiye should be determined, meteorological measuring should be arranged in a way to use in these programs and the energy analysis of the buildings should be made with these programs and added to the projects. Existing regulations should be rearranged in order to include provisions limiting the energy consumption developing means to allow energy economy of the existing building materials and systems should be searched. New materials should be developed and producing means of them should be searched.

When energy consumption are calculated for heat losses realized in building elements heat losses sourced from ventilation and air leakages added. Interior gains and total of solar energy gains are deducted from total heat losses, and so the one year energy need of the building is calculated. Next to limit the energy consumption of new buildings, in old buildings with restoration projects less energy consumption are promoted and in this field credits with low interests are granted. Further important works are performed, in order to take additional taxes from buildings with high consumption and not to take

additional taxes from buildings with less energy consumption and to apply tax rebate to buildings with little energy consumption.

We may examine in 2 phases the energy economy measures in the buildings. First of these is during the initial building design, second during the selection of the building heating systems. Points are to be observed.

During the design of the building it is important to select the direction of the building in a way to benefit from solar energy, which is the natural source of heat and light. In the projection phase, according to climatic region located heat loss and heat gain computing should be made, heat loss according to direction of the building should be calculated and interior of the buildings should be place accordingly. For this reason during the design of the building mutual working of architect, building engineer and energy engineer is useful to secure the energy economy during the design phase. Isolation of the building should be secured during the contruction of the building. When heat isolation measures are considered at project phase, five important economy is obtained in preinvestment costs related to the building.

These lessening of radiator strips, diminishing of pipe diameters, smaller central system vessel need lessening of chimney's cross section even only with this economy, building costs are diminished in a significant extent Therefore all kind of expanses for heat isolation will pay off already during the building phase.

During the design, points to be observed especially are:

- Placing the building
- Form of the building its directions
- Placement of interior of the building volumes
- The determination of the window spaces according to directions.

Points to be observed in heating sytems are:

- Use of natural gas
- New systems
- Ways to use soiled energy
- Duties of central and local administration
- Heating systems

In last years window surfaces rates in building fronts have gradually raised. Surface rate of windows to gross front being % 15 - 25 in conventional building forms, today, this value reached up to % 35 - 90.

Which parts of the exterior front will have glass surface is a problem to be determine differently according to conditions. It is a mistake to apply too large glass surfaces without showing any reason and to evaluate only in aesthetic aspect to lat have a modern view. In

money cities there are applications where a modern building is secured, without to large exterior windows for this reason there is a lot to say about the benefits and harms of the large glass surfaces the aspirations of human who is attached to the city for light air sun and nature raise the desire for largest possible windows. But against this, it is observed that in windows reaching the grounds home owners - with diverse methods - are letting lower surface invisible from outside and from of a wall screen and a bay.

Defensors of the large glass surfaces, pretend that thanks to large windows used space is augmented. It is said that in a small working room where the windows surface is small until now 15-20 m² ground space was allocated until today, and this value is diminished to 7,4 m² per person in too large offices and in office employees working in a space covered with light preventing glasses and windows films only 5m² usage space is necessary. Against these in practice brain workers stay away from these "rational" rooms in spite of quality construction and furnishing, abandon these large offices and prefer on person's modest office.

Disadvantages of large windows can not be overseen. We know that in our country in many work places and official agency buildings there are windows that cover 100 % of the exterior front. Adding sun protecting materials subsequently is too costly and it deteriorates the exterior aspect and in technical aspect, it is impossible to realize. Especially in light fronts large windows spaces in summer are much inconvenient.

In the determination of the windows dimensions, architect should not be influenced solely by aesthetical aspect. It is not easy at all to find window dimension suitable both from building, and economy aspects.

According to buildings and of use the room following points should be considered:

- Need of day light
- Winter situation (Heat Loss)
- Summer Situation (Heat Gain)

Heat Losses in exterior windows arise through these ways:

- Heat conducting from glass separations and within the construction
- Air leakages
- Convection of the air between glasses
- Reflecting within the glass

Heat conducting within the glass and window's construction curs in general because of heat conveying. In order to make a more accurate comporison between the diverse window types K values it is necessary to admit that there is no heat loss through air flows. Air leakages exists both between the window frame and the wall and also within the window construction. It is not diffucult to prevent air leakages between the window frame and the air leakage. Silicons, dilating foams are used this purpose. Situation is a little different for air leakages in window constructions.

Lids of the windows in a closed position does not accurately cover the frames and a cavity is left. Because of the pressure difference between the exterior and interior air of yhe volume colder exterior air is leaking to inside. Exterior air leaking in the room, is causing outbond leakage of the warmer interior air. In this case exterior cold air which leaks into the room, have to be heated untill room temperature. Heat amount necessary to warm such cold leakage air is named (infiltration) heat loss.

Inconveniences of window becomes clear, not only in winter by wind leakages but also in summer where the sun radiation is conducted toyhe interior of the structure with very little retaining or with retaining. As known, atmospheric radiation reaching a structure composed of direct, diffuse and reflecting radiations. Direct radiation, is the radiation reaching the world surface from a definite place of the space. Diffused radiation are created through their dispersion by molecuels, vapor and sand particuls. In practice, distribution field is same as the radiation wave lenght field. But is has not a definite direction and it has the same sizes for all radiation receiving surfaces. Direct and diffuse radiations meet on the ground or on structures. There are reflected from there and from reflected radiation. This radiation is in general in fairly low power but in special cases may reach high values (snow cover, buildings adjacent to water buildings neighbouring reflecting glass or metal front having buildings.)

When sun rays reach a windows, one part is left inside witout ant hindrance, one part is reflected remaining part is absorsed by the glass and is given to the room as back radiation or conducting. Rate of heat left inside is subject to angle where radiation falls towave sizes and kind of glass.

Intensity of the radiation for vertical surfaces depends to their situations according to their directions and the season and for horizontal surfaces it depends mostly on season. Exterior walls are subject to most radiation not in summer, where the sun reaches its highest point, but in spring and autumn. In flat roofs naturally fully in contrary. Warming radiants of the sun belongs to long wave field, out of the light seen. Further one part of the visible rays and short wavws are heated.

Agents causing heat losses in glasses are:

- Temperature difference between interior and exterior.
- Wind's speed
- Emissivity
- Solar energy
- Glass Thickness
- Thickness of the air layer between the glasses

Agents causing heat gains in occurring in glasses.

- Solar heat gain through windows
- High outside temperature

As seen, in view of the country's economy preventing heat losses and heat gains in windows construction usage should be wide spreaded in winter months in order to prevent the heat losses glasses with improved heat conduction coefficient should be used and sealed window frame usage is a must and necessary. This way the energy spent for the heating will be used productively and country economy will benefit. Whilst in winter in order to get rid of sun energy gain entering from glasses, diverse constructions should be used and solar energy should be reflected from glass surface. Best solution for this work is window films. It forms a comfortable medium by not letting enter the heat coming as light and cause secure spacousness wihtout closing the view. You may find the benefits of film applied glasses against other glasses in compairing calculations.

1- GİRİŞ

Bilindiği gibi yapılar, insanları doğal afetlerden koruyan ve barınmalarını sağlayan birer sığınak vazifesi görürler. Yapılar bu görevlerini yerine getirmek için insanların her türlü ihtiyaçlarına ve konforlu yaşama özelliklerine göre dizayn edilirler. Ülkemizde konutlarda konforlu yaşama şartları yerine getirilememekte ve 3-4 katlı gecekonduların yapımına göz yumulmaktadır. Bu binaların inşaaı esnasında kullanılan malzemelerin özelliklerine dikkat edilmemekte, sadece 4 köşe kapalı hacimler elde edilmektedir. Bu tip binalarda kötü ve yetersiz malzeme kullanımı o günkü şartlar çerçevesinde ekonomik gözükabilir. Fakat zaman geçtikçe iyi malzeme kullanılarak inşa edilen binaların, kötü malzeme kullanılarak inşa edilen binalara oranla ısıtma sistemlerinde kullanılan yakıttan tasarruf ettikleri gözlenmiştir. İyi malzeme kullanılarak inşa edilen binaların sağladığı enerji tasarrufu sayesinde harcadıkları parayı çok kısa bir sürede amorti ettikleride bir gerçektir. İyi malzeme kullanımı dolayısıyla elde edilecek enerji tasarrufuda hem ülke ekonomisi (Petrol ve doğal gaz ithal edilmektedir.) hemde hava kirliliği açısından önemlidir.

Binalarda en fazla ısı kaybı ve kazancının pencerelerden meydana geldiği düşünülürse, bu kısımların malzeme seçiminde biraz daha titiz davranılmak zorunlu hale gelmiştir. Bu amaçla günümüz teknolojisinde iyileştirilmiş cam tipleri kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kış aylarında iç mekandaki ısının iletimle dışarı kaçmasını engellemek için durgun hava ve cam katmanlarından, yaz aylarında ise ışınlama yeryüzüne gelen güneş ısını camlardan içeri sokmamak için çeşitli yansıtıcılardan yararlanılmaktadır. Bu nedenle yavaş yavaş tek cam kullanımı azalmaya bunun yerine ısıcam, üçlü cam ve yansıtımlı ısıcam kullanımı artmaya başlamıştır. Örnekleri yeni yapılmış büyük binalarda görülebilir. Ancak eski binaların çoğunda tekcamlar halen kullanılmakta ve enerji tüketimini artırmaktadır. Bu nedenle mevcut tekcamların değiştirilmesi ve yerine uygun malzemelerin kullanılması gereklidir.

Mevcut sistemlerin değiştirilmesi maliyet açısından çok gkebilir. Ancak sağlayacağı enerji tasarrufu sayesinde kendisini kısa sürede amorti edeceği ve ülke ekonomisine katkı sağlayacağı göz ardı edilmemelidir. Yukarıda bahsedilen iyileştirilmelerin yapılmasında yerel ve merkezi idarelere büyük sorumluluklar düşmektedir. Yapacakları lmler ve teşvikler sayesinde enerji tasarrufu imkanları arttırılacaktır. Belirlenecek ulusal enerji politikası sayesinde yapılardaki enerji tüketimi minumum seviyeye indirilmesi zorunludur. Bu çalışmanın içeriğinde düzgün pencere kullanımı ve sağlayacağı avantajlar vurgulanmaya çalışılmıştır.



2- YAPILARDA ENERJİ TASARRUFU

2- 1.TÜRKİYE 'DE YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİ

Enerji istatistikleri incelendiğinde, konut sektöründeki ısınma amaçlı enerji tüketiminin ülkemizin toplam enerji tüketimi içinde büyük bir paya (~ %40) sahip olduğu görülmektedir.[1] [2] Okul, hastahane, sosyal ve kültürel tesis ve ticari binalardaki ısınma amaçlı enerji tüketimi de dikkate alındığında, yukarıda belirtilen oranın daha da büyüyeceği açıktır. Isınma amacıyla kullanılan yakıtların kalitesizliğide eklendiğinde, bu sektörün hava kirliliğine katkı payı büyük olmaktadır.

Enerji istatistiklerine göre konutlarda senelik ısınma amaçlı enerji tüketimi 190 kwh/m^2 (döşeme alanı) olarak hesaplanmıştır. Gebze ' de yapılan anket sonuçlarına göre ise $100\text{-}200 \text{ kwh/m}^2$ arasında değiştiği gözlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde binaların ısıtma-soğutma-havalandırma amaçlı enerji talebinin yeni binalarda 100 kwh/m^2 ' nın altında olması şart koşulmaktadır. Mevcut çalışmalar ise binaların ısıtma - soğutma - havalandırma - aydınlatma amaçlı tüketiminin 50 kwh/m^2 ' nin altına çekilmesi üzerindedir ve bu alanda önemli başarılar elde edilmiştir.[1] [2]

Enerji etkin tasarımın esas alındığı düşük enerjili binalar (low energy buildings) ve binaları uygulayan mimariye düşük enerjili mimari (low energy architecture) ismi verilmektedir. Bu mimarının iki özelliği vardır. Birincisi enerjinin korunumu (Yalıtım artırılması ve ısı kütlenin birlikte kullanılması) diğeri geleneksel yakıtların çevreye enerjileri ile (genellikle güneş enerjisi) ikame edilmesi (pasif güneş enerjisi teknikleri) 'dir. Düşük enerjili mimarının amacı daha az fosil yakıt ile daha az para harcayarak ve daha az çevreye zararlı etki ile daha fazla hizmet sunmaktır.

Pasif güneş enerjili sistemler binalarda, ısıtma, soğutma ve aydınlatma için kullanılan geneleksel enerji kaynaklarına alternatif olarak düşünülen yeni ve temiz kaynaklardan biri olan güneş enerjisinden

faydalanmanın bir yoludur. Pasif güneş enerjisi sistemleri, binaların yapı ve elemanlarını birer toplayıcı gibi kullanarak ve herhangi bir ekipmana ihtiyaç duymadan ısıyı depolayan, muhafaza eden ve ileten fonksiyonel bir mekanizmadır. Ayrıca bu mekanizma, yukarıda sayılan özellikleri yerine getirirken herhangi bir ek enerjiye gereksinim duymadan yazın minumum ısı kazancı, kışın ise maksimum ısı kazancı sağlayacak şekilde dizayn edilirler. Bunun içinde güneşe doğru yönlendirilmiş geniş cam alanlarından ve sistem verimini artırıcı malzemelerden meydana gelen ısı kütlelerinden ve enerji korunumlu binalardan yararlanılır.

2-2.YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİNİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİ

Türkiye'deki konutlardaki toplam enerji tüketiminin % 20 ' si kömürden, % 20 ' si petrolden, % 31 ' i odundan, % 14 'ü hayvan ve bitki artıklarından, % 3 ' ü doğal gazdan ve % 11 ' i elektrikten sağlanmaktadır.[1] [2] Kömür tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturan Türk linyitlerinin ısı değeri düşük, buna karşılık rutubet ve kükürt muhtevası yüksektir. Evlere yakıt olarak dağıtılan fuel oil ' deki kükürt içeriği de bazı önlemler alınmasına rağmen hala yüksek seviyelerdedir. Hayvan ve bitki artıkları ile odunun eğitimsiz kişilerce ve kontrolsüz bir şekilde yakılması CO₂ emisyonunu önemli ölçüde artırmaktadır. Ayrıca odunun kaynağı olan ormanlar, atmosferin bileşiminin dengede tutulması için çok önemlidirler ve Türkiye'de mevcut orman alanları zaten gerekli olan miktarın altındadır. Bu sebeple Türkiye odun tüketimini azaltmak zorundadır. Diğer yandan, kömür ve petrolün yerine kullanıma sokulmaya çalışılan doğalgaz, SO_x ve NO_x ' ler açısından olumlu isede önemli ölçüde CO₂ emisyonuna sebep olmaktadır. Bu sebeple doğalgaz kullanımı , hava kalitesine olumlu katkıda bulunmakla birlikte, kesin çözüm değildir. Ayrıca, diğer sektörlerde enerji tüketiminin sonucunda bir ürün elde edilir ve böylece ülke büyüme hızına ve hayat seviyesine katkıda bulunulur. Buna mukabil sadece binalarda, ısınma amaçlı enerji tüketimi sonucunda hiçbir ürün elde edilmez. Tüketilen tüm enerji, kullanılmış enerji olarak atmosfere kaybedilir. Bunun sonucunda son yıllarda pek çok şehrimizde ve özellikle kış aylarında hava kirliliği değerleri sürekli sınır değerlerinin üstüne çıkmıştır. Kalorifer

kazanlarının ve sobaların belli saatlerde yakılması zorunluluğu, diğer bir deyişle enerji kısıtlaması da kalıcı bir çözüm değildir. Konfor düzeyi düşürülmeden hava kirliliğinin kontrolü için öncelikle binaların, dolayısıyla konutların, enerji gereksinimleri düşük olacak şekilde tasarlanmaları ve inşa edilmeleri gerekmektedir.

Binaların enerji etkin (enerji verimliliği yüksek) tasarımı ve inşası sonucunda ABD ve Avrupa'da binaların ısıtma enerjisi şiddetleri 1975 öncesindeki binalara nazaran %30-50 oranında azaltılmıştır. ABD 'de 1973-1985 yılları arasında 20 milyon yeni konut yapıldığı ve ticari amaçlı alanlar %40 arttığı halde, bu sektördeki enerji tüketiminde günde 1.2 milyon varil petrol, yıllık enerji faturasında 45 milyar ABD doları tasarruf sağlanmış ve yıllık CO₂ emisyonunda % 20 azalma gerçekleşmiştir.[1] [2]

Türkiye' nin binalarda ısınma amaçlı enerji tüketiminde %70 oranında tasarruf potansiyelinin olduğu görülmektedir. Konut sektöründeki mevcut tüketim sonucunda ise yaklaşık olarak yılda 60 milyon ton CO₂, 1 milyon ton SO_x, 170 bin ton NO_x, 550 bin ton CO ve 500 bin ton parçacığın atmosfere bırakıldığı belirtilmektedir. Bu durumda, %70 tasarruf potansiyelinin gerçekleşmesi halinde yıllık toplam CO₂ emisyonunda 40 milyon ton (~%15) yıllık SO₂ emisyonunda ise 700 bin ton azalma beklenmelidir. Türkiye 60 milyon tonun üzerinde olan enerji tüketiminin yaklaşık 36 milyon tonunu ithal kaynaklardan sağlamaktadır. Ayrıca hükümetler, hava kirliliğinin azaltılması endişesiyle yerli linyitlerin kullanımı yerine ithal yakıtların kullanımını teşvik etmektedirler ki, bu durum ithalat oranının her yıl artmasına sebep olmaktadır. Konut sektöründeki enerji tüketiminin %70 oranında azaltılması 12 milyon ton eşdeğeri petrol enerji tasarruf edilmesi demektir, bu durumda enerji istatistiklerinde verilen fiyatlara göre yıllık enerji faturasında 6 milyar ABD doları tasarruf sağlanmış olmaktadır.[1] [2] Görülmektedir ki düşük enerjili mimarının Türk bina sektörüne girmesi ve düşük enerjili binaların tasarım ve inşası (enerji verimliliğinin artırılması) ülke ekonomisinin ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için vazgeçilmez bir gerekliliktir.

2- 3.GELİŞMİŞ ÜLKELERDE ENERJİ TASARRUF POLİTİKASI

Bina sektöründe enerji verimliliğinin artırılması amacıyla gelişmiş ülkelerde takip edilen uygulamalar aşağıda özetlenmiştir.[1] [2]

1. Mevcut binaların enerji tüketimi belirlenmiş; mevcut dış duvar, pencere, çatı, baca ve kazan malzeme ve sistemlerinin ısı kayıpları ölçülmüştür.
2. Mevcut sistemler enerji tüketimini azaltacak şekilde geliştirilmiştir.
3. Binaların enerji tüketiminde güneş enerjisinin payının arttıracak yeni teknik, sistem ve malzemeler geliştirilmiştir.
4. Binaların enerji analizlerini dinamik hesap kurallarına göre yapabilecek ileri düzeyde bilgisayar programları geliştirilmiş ve meteorolojik ölçüm sonuçları bu programlarda kullanılacak şekilde düzenlenmiştir.
5. Mevcut geliştirilen yapı malzeme elemanlarının standart şekilde test edileceği standart deney sistemi (passys test cell) geliştirilmiştir. Yunanistan'ın ' da dahil olduğu tüm Avrupa ülkelerinde bu sistem inşa edilmiştir ve yakın gelecekte bu sistemden yeterlilik belgesi alamayan ürünlerin piyasaya girmesi engellenecektir.
6. Binaların enerji tüketiminde güneş enerjisinin payını arttırmak için gerekli teknik bilgiler teorik ve deneysel çalışmaların sonuçlarına dayanılarak "Pasif Güneş enerji el kitabı" şeklinde uygulayıcıların kullanımına sunulmuştur.
7. Düşük enerjili binalar ile geleneksel binalar maliyet açılarından karşılaştırılmış ve düşük enerjili binaların maliyetlerinin yüksek olmadığı belirlenmiştir.
8. Binaların yıllık enerji tüketimleri 50 kwh/m^2 ' nin altına çekilecek şekilde mevcut yönetmelikleri yenileme çalışmaları sürdürülmektedir.

ABD ve Avrupa ülkelerinin geçmiş ve şu andaki durumlarını incelendiğinde Türkiye ' nin aşağıda öncelik sırasına göre maddeler halinde belirtilen çalışmaları en kısa zamanda tamamlaması gerekmektedir:[1] [2]

1. Mevcut binaların enerji tüketimleri belirlenmeli, mevcut yapı malzeme ve elemanlarının ısı özellikleri ölçüm sonuçlarına dayanılarak karşılaştırılmalıdır.
2. Türkiye ' nin iklim şartları için uygun olabilecek pasif sistem teknikleri belirlenmeli ve "Pasif güneş enerjisi el kitabı" şeklinde uygulayıcıların kullanımına sunulmalıdır.
3. Standart test sistemi (Passys test cell) şebekesine dahil olunmalıdır.
4. Binalarda enerji analizleri için geliştirilmiş bilgisayar programlarından Türkiye şartları için en uygun olan belirlenmeli, meteorolojik ölçümler bu programlarda kullanılacak şekilde düzenlenmeli ve binaların enerji analizleri bu programlarla yapıp projelere eklenmelidir.
5. Mevcut yönetmelikler binaların enerji tüketimini kısıtlayan maddeler içerecek şekilde yeniden düzenlenmelidir.
6. Mevcut yapı malzeme ve sistemlerinin enerji tasarrufu sağlayacak şekilde geliştirilme imkanları araştırılmalıdır.
7. Yeni malzemeler geliştirilmeli ve Türkiye 'de üretim imkanları araştırılmalıdır.

Yönetmeliklerle ilgili çalışmalar uluslararası platformda 1989 yılında ISO 9164 - Thermal Insulation Calculation of Space Heating Requirements For Residential Buildings ' in yayınlanması ile ilk ürününü vermiştir. Bu yönetmelik kapsamında yapı elemanlarından ısı kayıplarının sınırlandırılmasından ziyade binaların toplam enerji tüketimleri sınırlandırılmaktadır. Binaların enerji tüketimleri hesaplanırken yapı elemanlarından gerçekleşen ısı kayıplarına havalandırma ve hava kaçaklarından meydana gelen ısı kayıplarında ilave edilmektedir. İç kazançlar ve güneş enerjisinden elde edilen kazançların toplamı ise toplam ısı kaybından çıkartılmakta ve böylece binanın yıllık enerji gereksinimi hesaplanmaktadır. Bu yönetmeliklerle getirilen diğer bir yenilik, dış ortam sıcaklığı olarak tüm ısınma sezonu boyunca tek bir değer kullanılmak yerine günlük ortalama dış sıcaklık değerlerini kullanarak enerji gereksiniminin hesaplanmasıdır.[1] [2]

ISO standardına uyum sağlayan ilk ülke Almanya olmuş ve 1 Ocak 1995 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere ISO standardının paralelinde yeni "Isı Korunum Yönetmeliğini " yürürlüğe koymuştur.

Avrupa Topluluğunda benzer bir çalışma içine girmiştir. Avrupa topluluğu ülkelerinde yeni binaların enerji tüketimlerinin sınırlandırılmasının yanında eski binalarında yenilenme projeleri ile daha az enerji tüketir hale getirilmesi teşvik edilmekte ve bu alanda düşük faizli krediler verilmektedir. Ayrıca yüksek enerji tüketen binalardan ek vergi alınması veya az enerji tüketen binalara vergi indirimi uygulanması hususunda önemli çalışmalar sürdürülmektedir.[1] [2]

Düşük enerjili binaların tasarımında mimar, inşaat mühendisi, aydınlatma ve enerji mühendisleri birlikte çalışmalıdırlar. Binaların enerji tüketimleri gelişmiş bilgisayar programlarının enerji analiz sonuçları ile proje aşamasında kontrol edilerek maliyet-çevre-insan sağlığı açılarından en uygun çözüm seçilmelidir. Bilgisayar programlarında kullanılması gereken ölçüm ve deney sonuçları ise ilgili resmi kuruluşlarca hazırlanmalıdır.

Avrupa Topluluğunun 13 Eylül 1993 tarihinde Bakanlar Konseyi tarafından kabul edilen karbondioksit emisyonlarını sınırlandırmayı amaçlayan yeni talimatında binalara enerji ruhsatı verilmesi önemli bir yer işgal etmektedir. Bu belge, binaların enerji tüketimleri hakkında kullanıcıya ve alıcıya bilgi sağlayacak şekilde düzenlenmekte ve resmi kuruluşlarca kontrol edilip onaylanmaktadır. Proje aşamasında hesap yoluyla belirlenen tüketim değerleri, kullanım aşamasında gerçek tüketim değerleri ile kontrol edilebilecektir. Bina satıldığında veya kiraya verildiğinde talep edilmesi halinde mal sahibi bu belgeyi göstermek zorundadır. Bunun sonucunda alıcı ödeyeceği fiyat farkını kısa sürede geri kazanacağından emin olacağı için az enerji tüketen binaları biraz daha pahalı olsada talep edecek, binanın enerji verimliliğini arttırmak üzere ilk yatırım maliyetini gerçekleştiren satıcı ise binanın enerji ruhsatına dayanarak binanın kira veya satış fiyatına bunu yansıtabileceği için bu binaların arzını arttıracaktır. Avrupa Topluluğu ülkelerinde bu programın uygulanması ile, ilk 5 yıldan sonra yılda 1,5 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) ' ün üzerinde enerji tasarrufu karbondioksit emisyonunda ise 3 milyon tondan fazla azalma beklenmektedir.[1] [2]

Küresel iklim değişikliklerinin yaşandığı dünyamızda ekonomik dar boğazları aşmaya çalışan ülkemizin de, az enerji tüketen binaların

inşaatı için gerekli teknik ve idari alt yapıyı en kısa zamanda kurması gerekmektedir.

2-4.YAPILARDA ENERJİ TASARRUFU VE HAVA KİRLİLİĞİ ÖNLEMLERİ

Yapılarda enerji tasarruf önlemlerini 2 aşamada inceleyebiliriz. Bunlardan ilki bina tasarımı esnasında ikincisi ise bina ısıtma sistemleri seçimi esnasında dikkat edilmesi gereken hususlardır. Bina tasarımı esnasında bina yönünün doğal ısı ve ışık kaynağı olan güneş enerjisinden optimum seviyede yararlanacak şekilde seçimi önemlidir. Binaların projelendirilme safhasında bulunduğu iklim bölgesine göre ısı kaybı ve ısı kazancı hesaplarının yapılması ve binanın yönlere göre ısı kaybının hesaplanarak, bina içi hacimlerin yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Bu nedenle bina tasarımı esnasında mimar, inşaat mühendisi ve enerji mühendislerinin ortaklaşa çalışması enerji tasarrufunun tasarım esnasında sağlanmasını sağlar. Bina izolasyonu bina yapımı esnasında sağlanması gerekir. Aksi halde iş işten geçmiş demektir. Günümüzde çarpık kentleşme ve gecebinaları (gecekondu) sayısı giderek artmaktadır. Bu binaların bırakın izolasyonunu malzemelerinden çalınmaktadır. Denetleme mekanizması ülkemizde tam olarak işlemediği için milyarlarımız havaya uçup gitmektedir. İleri ülkelerde denetleme mekanizması çok iyi çalışmaktadır. Yapılmış olan binaların duvarların malzeme kontrolü bazı aletler kullanılarak rahatlıkla görülebilmekte ve ona göre önlemler alınmaktadır. Bu aletlerin en çok kullanılanı matkap şeklindedir ve bu alet duvardan silindir şeklinde parça çıkartılmasına yarar. Duvardan silindir şeklinde çıkarılan parçanın katmanlarında kullanılan malzemelerin cinsinin ve kalınlığının görülmesini kolaylaştırır. Bu sayede bina yapısı hakkında bilgi edinilmesini ve nelerin yapılması gerektiği ortaya konulur. Merkezi ve yerel idarelerin kararlı tutumları tasarrufun artırılması için şarttır ve gerektir.

1. Tasarım esnasında özellikle üzerinde durulması gerekenler:[3]

- Binanın yerleştirilmesi,
- Yapı şekli ve Yönlendirilmesi,

- Bina içi hacimlerin yerleştirilmesi,
- Pencere alanlarının yönlerine göre tespiti,

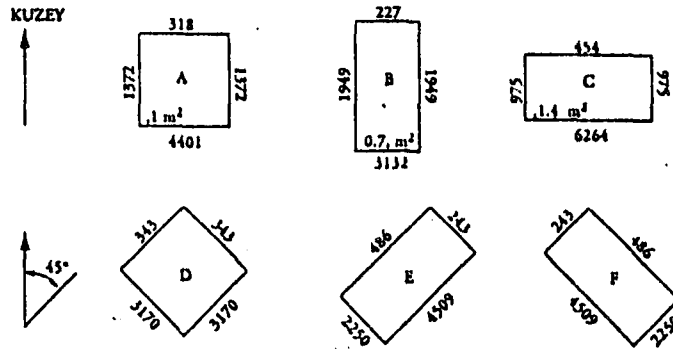
2. Isıtma Sistemlerinde üzerinde durulması gerekenler;[4] [5]

- Doğal gaz kullanımı
 - Yeni sistemler
 - Atık enerjiden faydalanma yolları
 - Merkezi ve yerel yönetimlere düşen görevler
 - Isıtma sistemleri olarak
- ana başlıklar halinde sıralanabilir.

2- 4.1.Tasarım Esnasında Üzerinde Durulması Gerekenler;

Bina yerleşimi

Bina yerleşimlerinde kış ayları esnasında güneş zamanına göre saat 9.00 ve 15.00 saatleri arasında güneş enerjisinin yaklaşık % 90 ' ından yararlanılmaktadır.Bu nedenle bu saatler arasında maximum güneş enerjisinden yararlanılacak alanlar saptanır ve yapının ön yüzleri daima güneşe bakacak şekilde tasarlanır.[3] Şekil 2-1. ' de değişik yapı formlarının güneşe göre konumları verilmiştir.



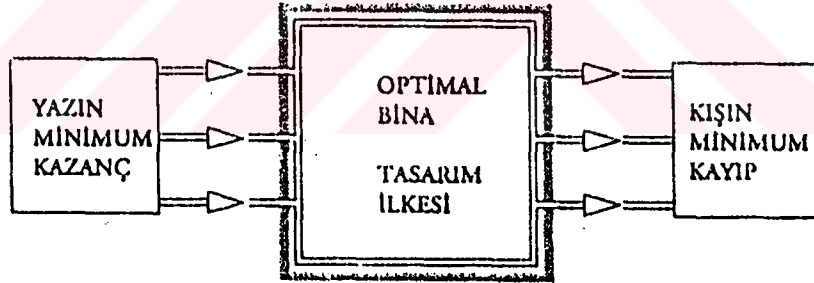
Şekil 2-1.Bina konumları [3]

Yukarıdaki şekilde iki farklı formda ve altı ayrı konumda düşünülen bina çeşitlerinin, birbirlerine göre güneş enerjisi ile olan

ilişkileri vurgulanmaya çalışılmıştır. Burada güneş enerjisinden optimum şekilde faydalanan bina formu ve konumu C tipidir. Bina konumları belirlenirken, dikkat edilmesi gereken en önemli konu binaların birbirlerini gölgelemeyecek şekilde yerleştirilmesidir.

Yapı şekli ve yönlendirilmesi

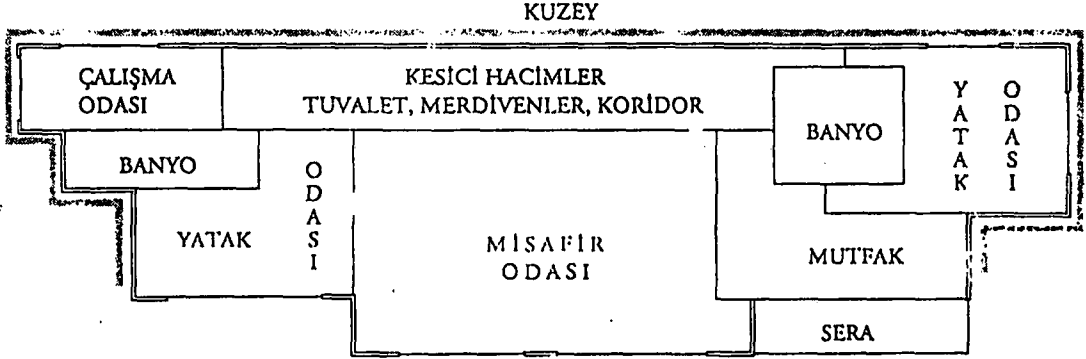
Düzgün olmayan bir binanın şekillendirilmesine karar verildiğinde, binanın içine izin verilen güneş ışını hakkında ister istemez düşünülür. Doğu-batı yönü boyunca uzatılan bir bina kışın güneş radyasyonunun toplanması için güney kısmından daha fazla yüzey alanına sahip olması gerekmektedir. Bundan dolayı iklimlerin çoğunda, etkin şekillendirmeye yazın soğutmada, kışında ısıtmada ihtiyaçlar minimize edilir. Kuzey yüzü boyunca ısı kesici alanlar ve binanın güney yönü boyunca maximum ışıklandırma ve ısıtma ekipmanları olan hacimler yerleştirilir. Bir binanın optimum şekli, yazın ısıdan minimum kazanç ve kışın ise minimum kayıp sağlanması yönündedir.



Bina içi hacimlerin yerleştirilmesi

Bir hacim kış aylarında ısıtma için güneş ışınlarından direkt olarak faydalanmazken, güneş enerjisinden daha fazla geleneksel enerji kullanır. Bir hacmin dizaynı sırasında aktif güneşle ısıtma sistemlerine göre oransal olarak daha pahalı olduğundan ısıtma ihtiyaçlarının sağlanması sırasında kış güneşinin avantajları direkt olarak alınmaz. İç taraftaki hacimlerin günün değişik zamanlarında güneş enerjisinin tutulması binanın güney yüzü boyunca yerleştirilmesi ile ısınma ve ışık ihtiyacının sağlanması fazlalaşır. Kuzey cephesindeki hacimlerin güney-doğu, güney ve güney-batı tarafındaki hacimlere göre ısı istemleri fazladır. Kuzey cephesine garaj, çamaşır odası, tuvalet ve koridor gibi

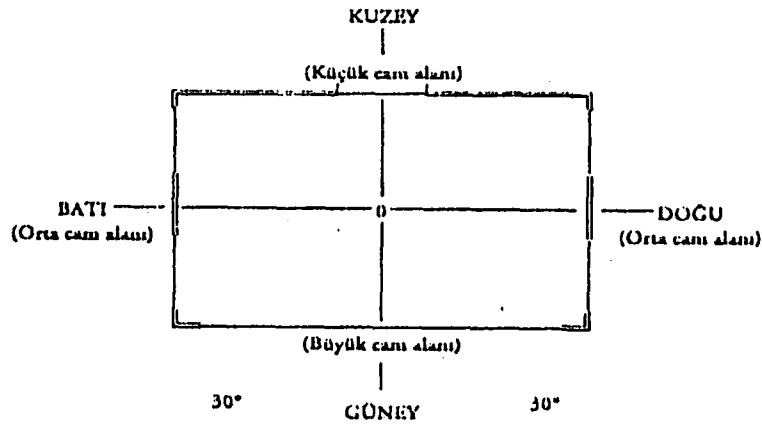
minimal ısıtma ve ışıklandırma isteyen hacimler yerleştirilir.[3] Şekil 2-2.



Şekil 2-2. Hacimlerin yerleştirilmesine dair bir örnek [3]

Pencerelerin alanlarının yönlere göre tespiti

Binaların enerji tüketimini etkileyen en önemli faktörlerden biri de, pencerelerin büyüklükleri ve yerleştirilme şekilleridir. Güneye yönlendirilmiş bir bina için, güneş enerjisinden optimum düzeyde faydalanabilmek amacıyla binanın güney cephesine büyük (max.) pencere alanları, doğu-batı cephelerine de orta (middle) pencere alanları yerleştirmek gerekmektedir. Kışın ısı kayıplarının minimize edilmesi için kuzey cephesinde küçük (min.) pencere alanları yerleştirilmelidir.[3] Şekil 2-3.



Şekil 2-3. Pencerelerin yerleşim düzeni [3]

Kuzeye bakan pencereler doğal olarak güneş ışınları tehlikesi altında değildirler. Pencereler bir çok halde istenen şekilde, rahatlatıcı

yumuşak ve dağılmış bir ışık sızdırırlar. Güney taraftaki pencereler yazın güneşin güneyde olduğu ve oldukça şiddetli ışıma yaptığı zamanda sadece yatay ışın alırlar. Çıkıntılı yapı elemanları veya gölgeliklerle en azından öğle saatlerinde - saat 10.00 - 14.00 arası - bir güney penceresini gölgelendirmek oldukça kolaydır. Bundan önceki ve sonraki saatlerde güneş, güney duvarına çapraz konumda olduğundan oda içine fazla ışın ulaştıramaz. Buna göre kuzey ve güney pencereleri güneş ısıyı yüklemesi açısından oldukça elverişlidir. Yapının yatay doğrultusu Doğu - Batı doğrultusunda olursa, yapının kuzeye bakan pencere yüzeyi gölgelendirme düzeni gerektirmez ve güneş ısıyı sadece güney duvarında engellenir. Burada çıkıntılı gölgelendiriciler sistemi ile çalışılabilir. Güneş ışımasının şiddeti açısından doğuya bakan bir pencere ile batıya bakan bir pencere aynı ölçüde güneş ısıyı geçirirler. Fakat pratikte durum farklıdır;

Öğleden sonra dış hava sıcaklığı saat 14.00 ile 16.00 arasında maximuma ulaşır. Bu nedenle batıya ve daha fazla güneybatıya bakan pencereler daha büyük tehlike altındadırlar. Söylenildiği gibi bir güneybatı penceresi en güçlü ışımaya Ağustos sonu ve Eylül başında maruz kalır. Böylece güneybatı ve güneydoğuya bakan pencerelerin etkin gölgelendirme düzenleri olmalıdır. Burada güneş, gölgelendirme çıkıntılı gölge vericilerle yapılmayacak kadar alçaktır. Bu nedenle binanın bu yüzeylerinde tüm pencere yüzeyini gölgelendiren düzenlere ihtiyaç vardır. Bu iş içinde oynak sistemler uygundur. Binanın güneş korunumu, proje safhasında yönler göre konumla belirlenmeye başlar.

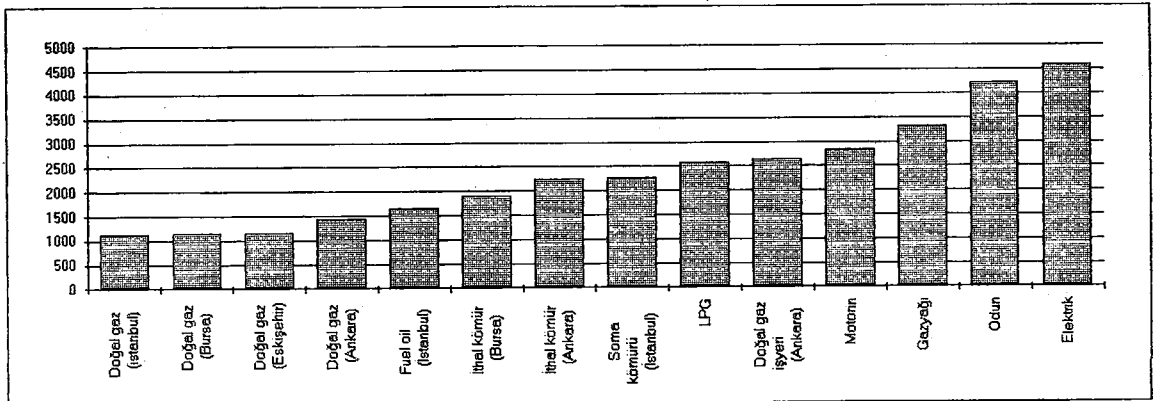
2- 4.2. Isıtma Sistemlerinde Üzerinde Durulması Gerekenler;

Doğal gaz kullanımı

Doğal gaz kullanımı yanma sonucu oluşan gazlar göz önüne alındığında çevre için en yararlı yakıttır. Hava kirliliğinin azaltılması için doğal gaz kullanımını arttırmak ve sağlamak gereklidir. Son günlerde doğal gaz borulama çalışmaları hızlandırılmıştır. Ayrıca bu yakıtın ekonomik olarak kullanılması ülke ekonomisi açısından şarttır. Yapılan araştırmalarda ve karşılaştırmalarda en ucuz ve sağlıklı yakıtın doğal gaz olduğu anlaşılmıştır. Doğal gaz fiyat politikasında harcanan doğal gaz metreküp üzerinden belli değerler aşıldığında fiyatlarda düşme söz

Tablo 2-1.Kasım 1995 tarihindeki yakıt fiyatlarının karşılaştırılması
[6]

YAKIT	ISIL DEĞER	BİRİM FİYAT	ORTALAMA VERİM	TL/1000 kcal	TL/1000 kcal	UCUZLUK SIRALAMASI
Doğal gaz (İstanbul)	8250 kcal/m ³	8333 TL/m ³	% 90	8333x1000 8250x0,90	1122	1
Doğal gaz (Bursa)	8250 kcal/m ³	8467 TL/m ³	% 90	8467x1000 8250x0,90	1140	2
Doğal gaz (Eskişehir)	8250 kcal/m ³	8467 TL/m ³	% 90	8467x1000 8250x0,90	1140	3
Doğal gaz (Ankara)	8250 kcal/m ³	10615 TL/m ³	% 90	10615x1000 8250x0,90	1430	4
Fuel oil (İstanbul)	9700 kcal/kg	12841 TL/kg	% 80	12841x1000 9700x0,80	1655	5
İthal kömür (Bursa)	6500 kcal/kg	7350000 TL/ton	% 60	7350000 6500x0,60	1885	6
İthal kömür (Ankara)	6000 kcal/kg	9200000 TL /ton	% 68	9200000 6000x0,68	2255	7
Soma kömürü (İstanbul)	5500 kcal/kg	7500000 TL/ton	% 60	7500000 5500x0,60	2273	8
LPG	11200 kcal/kg	25416 TL/kg	% 88	25416x1000 8250x0,90	2579	9
Doğal gaz işyeri (Ankara)	8250 kcal/m ³	19645 TL/m ³	% 90	19645x1000 8250x0,90	2646	10
Motorin	10200 kcal/kg	24255 TL/kg	% 84	24255x1000 10400x0,84	2831	11
Gazyağı	10400 kcal/kg	28929 TL/kg	% 84	28929x1000 10400x0,84	3311	12
Odun	2500 kcal/kg	6235000 TL/ton	% 60	6325000 2500x0,60	4217	13
Elektrik	860 kcal/kWh	3900 TL/kWh	% 99	3900x1000 860x0,99	4580	14



konusudur. Bu konuda karşılaştırmalar igdaş tarafından yapılmış ve kullanıcıların bilgisine sunulmuştur. Her ay çıkan doğal gaz dergisi sayesinde kullanıcıların bilinçlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. 1995 kasım ayına ait çeşitli yakıt tiplerinin (konutlarda kullanılan yakıtlar) birim maliyet açısından karşılaştırılması Tablo 2-1. ' de verilmiştir.[6] Tablodanda görüleceği gibi en ekonomik yakıt doğal gazdır.

Yeni sistemler

Günümüzde konutların ısıtılmasında kazan, ısı pompası, doğal gaz motoru, güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi vb. iki veya üç tanesinden bileşik kombi sistemler olarak aynı ısıtmada kullanılmaktadır. Isı pompası, kazan ve güneş kollektörü kullanılarak sıcak su eldesi , doğal gaz motoru, ısı pompası ve kazan ile atık enerjiden yararlanılarak bir apartmanın ısıtılması ve Jeotermal enerji ve ısı pompası ile bir termal otelin ısıtılması bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir.[5]

Atık ısıdan faydalanma yolları

Konutlarda atık enerji kazan, soba ve mutfak bacalarından dışarı atılan ısı enerjisidir. Bu enerjinin geri kazanılması için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunların başında ısı değiştirgeci ve ısı borusu kullanımı gelmektedir. Atılan ısı enerjisi bu sistemler sayesinde ortama giren soğuk temiz havanın ısıtılmasında veya sıcak su eldesinde kullanılabilir. Ayrıca bu sistemlerin basite indirgenmiş halleri evlerde kullanılmaktadır. Buna örnek olarak soba borusuna bağlanmış bir fırının çevresinden sıcak hava geçirilerek yemeklerin ısıtılması sağlanmıştır.

Isıtma Sistemleri

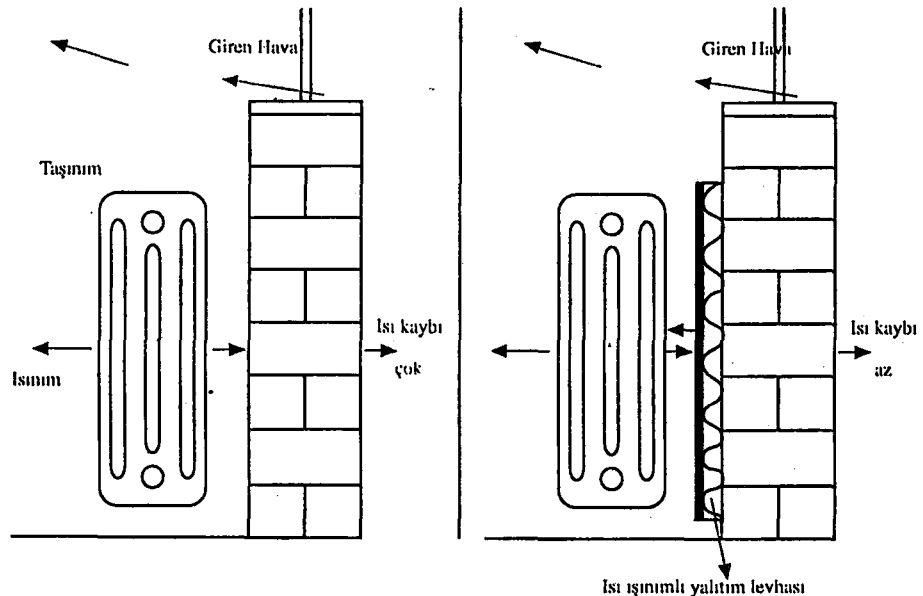
Isıtma sistemlerinde dikkat edilmesi gereken kısımlar kazanlar, bacalar, çatı, duvar ve pencerelerdir. En çok enerji kaybının olduğu kısımlar konutlarda buralardır. Bu bölümlerde kullanılacak malzemelerin seçimi enerji tasarrufu için önemlidir. Bu saymış olduğumuz 5 bölümden 1 tanesinde oluşacak aksama bütün bölümlere doğru orantılı olarak yansıyacaktır. Isıtma sistemlerinde iyi projelendirme, kazan, yakıt ve malzeme seçimi önemlidir.

Isıtma sistemlerinde kazanların seçimine (üst ısı değerli

kazanlar ve düşük sıcaklık kazanları), kazanlarda kullanılan yakıtın kalitesine, yanma veriminin yüksekliğine, kazanların ayarına (otomatik kontrol sistemli ve sürekli ayarlı brülör), yalıtımına ve devre elemanlarının (iç veya dört yollu vanalar, dış sıcaklığa göre devri değişen dolaşım pompaları ve mambranlı genişleme kapları) seçimine dikkat edilmelidir.

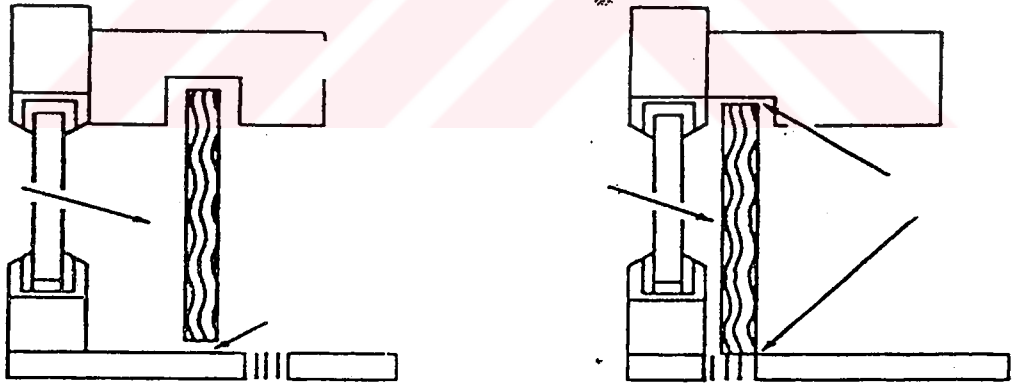
Isıtma sistemlerinde bacaların yüksekliğine, malzemesine, ve boyutlandırılmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan yakıt cinsine ve kazanın teknik verilerine göre baca kesiti ve yüksekliği belirlenmelidir. Aksi halde bacalardan çıkan dumanlar sağlığımız için çok zararlı olacaktır. Bugün yaşadığımız ortam gibi. Bacalarda ayrıca filtre kullanımının yaygınlaştırılması da zorunlu hale gelmiştir.

Isıtma sistemlerinde çatı ve duvarlardan meydana gelen ısı kaybı nedeniyle tam randıman alınamamaktadır. Çatı ve duvarlarda kullanılan malzemelerin ve izolasyonun önemi büyüktür. Ülkemiz iklim bölgeleri için çeşitli duvar ve çatı kontrüksiyonları belirlenmiştir. Fakat çarpık kentleşme ve yetersiz kontrol sistemleri sayesinde bu kaidelere uyulmamaktadır. İzolasyonlarına dikkat edilmeyen binalarda soba arkalarından ve radyatör arkalarından ısı kaybı çok yüksek miktardadır. Duvarla radyatör veya soba arasına ışınlama ve iletimle meydana gelen ısı kaybını önlemek için yansıtma özelliği olan cam yünleri konulur. [4] [5] Şekil 2-4.



Şekil 2-4. Radyatör arkalarının izolasyonu [5]

Enerji tasarrufu açısından izolasyonuna en çok ihtiyaç duyulan kısımlardan birtaneside pencerelerdir. Pencereler kışın ısı kaybı nedeniyle ısınma maliyetini yazın da ısı kazancı nedeniyle soğutma (air condition) maliyetini artırır. Bu nedenle pencereleri oluşturan öğelerin seçimi kullanımı ve izolasyonu önemlidir. Kışın kasa ve cam kısımlarından meydana gelen direkt ısı kaybı ve hava kaçakları nedeniyle enfiltrasyon hesabı iyi yapılmalıdır. Yanlış seçilmiş kasalar nedeni ile hava kaçakları yüksek oranlarda olmaktadır. Günümüzde kullanımı artan plastik kasalar sayesinde hava kaçakları neredeyse yok denecek kadar azaltılmıştır. Yaz aylarında ısı kazancı yansıtılmalı camlar, pencere filmleri ve gölgeleme araçları kullanılarak minimum seviyelere indirilmiştir. Gölgeleme aracı olarak çokca kullanılan perdelerinde kullanımı önemlidir. Radyatör ve havalandırma cihazlarının ısıttığı havanın yükselişine mani olmamalıdır.[5] [7] Şekil 2-5. Perdelerin düzgün kullanımına dair örnek.



Doğru Kullanım

Yanlış Kullanım

Şekil 2-5. Perdelerin düzgün kullanımı [7]

3- PENCERELERDEKİ KAYIPLAR

Son yıllarda yapı cephelerinin pencere yüzey oranları, gittikçe artmıştır. Brüt cephenin pencerelerinin yüzey oranı, geleneksel yapı tarzında % 15- 25 iken, bu değer bugün % 35-90 ' a kadar ulaşmıştır.[8]

3- 1.PROBLEMLER

Dış cephenin ne kadarının cam yüzeyi olacağı, şartlara göre, farklı şekilde saptanması gereken problemdir. Fazla büyük cam yüzeylerinin hiç bir gerekçe göstermeden ve sadece estetik açıdan değerlendirilerek, yapıya sadece modern bir görünüm kazandırılacak şekilde uygulanması hatadır. Bir çok şehirde modern bir yapının, fazla büyük olmayan dış pencerelerle de sağlanacağına dair yeterli uygulamalar mevcuttur. Bu nedenledir ki, büyük cam yüzeylerin yararları ve zararları hakkında söylenecek çok şey vardır. Şehre bağlanmış bir insanın ışık, hava, güneş ve doğaya olan özlemi mümkün olduğunca büyük pencerelere karşı isteği arttırmaktadır. Ama buna karşı zemine kadar ulaşan pencerelerde, ev sahibinin cam yüzeyi alt kısmını çeşitli yöntemlerle dışarıdan içeriye göstermeyecek hale getirdikleri ve böylece yine belli bir tür duvar paravanası, parapet oluşturdukları görülmektedir.

Büyük camlı yüzeyleri savunanlar, büyük pencereler sayesinde kullanılan sahanın arttığını iddia etmektedirler. Pencere yüzeyi küçük olan çalışma odalarında şimdiye kadar kişi başına 15-20 m² zemin alanı düşerken bu değer, isviçre'deki aşırı büyük bürolarda kişi başına 7,4 m² ' ye düşürüldüğü ve ışın kesici camlardan ve pencere filmleri ile kaplanmış büyük pencere alanı olan büroda çalışanlara kişi başına sadece 6,5 m² kullanım alanı yetmekte olduğu söylenmektedir. Buna karşı pratikte, kafa işçilerinin bu tür "rasyonel" odalardan uzak kalıp, nitelikli kontrüksiyon ve donanımlarına rağmen büyük büroları terkedip tek kişilik mütevazı büroları tercih ettikleri sık sık görülmektedir.

Büyük pencerelerin dezavantajlarıda görmemezlikten gelinemez. Ülkemizde bir çok iş yeri ve Resmi Daire binalarda neredeyse dış cephenin % 100 ünü kaplayan pencereler olduğunu biliyoruz. Güneşten korunma malzemelerinin sonradan eklenmesi çok masraflı olup, dış görünüşü bozduğundan başka, teknik açıdan gerçekleştirilmeside olanaksızdır. Özellikle hafif cephelerde büyük pencere alanları yazı oldukça dezavantajlıdır.

Pencere boyutlarının belirlenmesinde mimar sadece estetik açıdan etkilenmemelidir. Hem konstrüksiyon, hemde ekonomi açısından elverişli pencere boyutunu bulmak hiçte kolay değildir. Pencere yapılarına ve odanın kullanım alanına göre aşağıdaki noktalar göz önüne alınarak boyutlandırılmalıdır.[8]

- Gün ışığı gereksinimi
- Kış durumu (ISI KAYBI)
- Yaz durumu (ISI KAZANCI)

3- 2.ISI KAYIPLARI

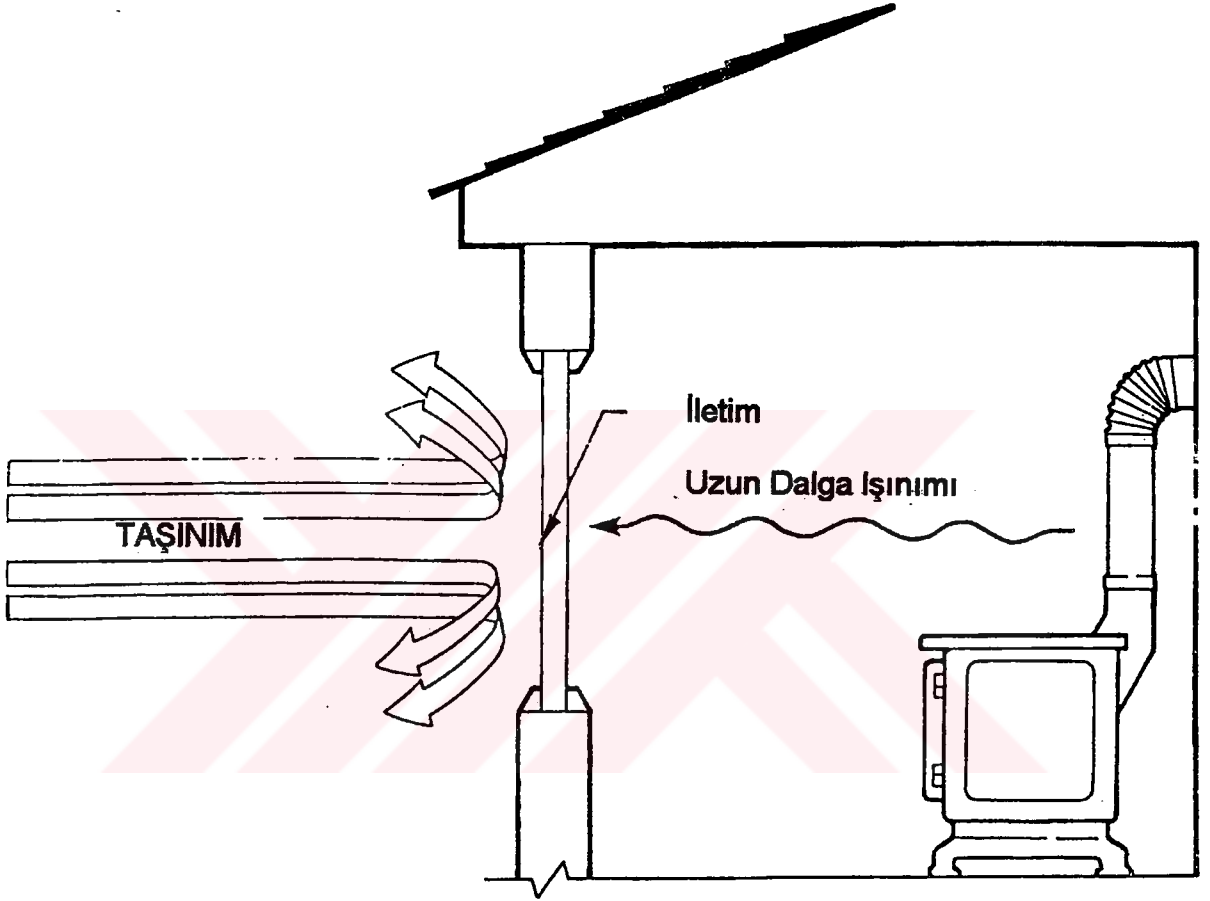
Dış pencerelerde ısı kayıpları şu yollarla meydana gelmektedir.
[7] Şekil 3-1.

- a) Camlı bölme ve konstrüksiyon içinden ısı taşınması
- b) Hava kaçakları
- c) Camlar arasındaki havanın konveksiyonu
- d) Cam içinden ışıma

3- 2.1. Direkt ısı kaybı

Camlar ve pencere konstrüksiyonu içinden ısı taşınması, genellikle ısı iletimi nedeniyle meydana gelmektedir. Çeşitli pencere tipleri arasında k değerleri ile daha kesin bir karşılaştırma yapabilmek için, hava akımları yoluyla önemli bir ısı kaybı olmadığını farzetmek gerekir. Çeşitli camlara ait K değerleri Tablo 3-1. ' de verilmiştir.[7] Hava kaçakları hem pencere kasası ve duvar arasında, hem de pencere

konstrüksiyonunun içinde bulunur. Pencere kasası ile duvar arasındaki hava kaçaklarını önlemek zor değildir. Silikonlar, genleşen köpükler ve macunlar bu iş için kullanılırlar. Pencere konstrüksiyonlarındaki hava kaçaklarında durum biraz farklıdır.



Şekil 3-1. Pencerelerden meydana gelen ısı kayıpları [7]

Özellikle niteliksiz ahşap malzemede (Yumuşak ahşap) doğal esneme, pencere aralarının (derzlerinin) zamanla genişlemesine neden olur. Bu nedenle ahşap kasalarda kullanılan malzemenin fırınlanmış keresteden yapılmasına dikkat etmek gerekmektedir.

Pencerelerin toplam ısı kaybını en önemli bölümünü iletimle ısı kaybı ve hava kaçaklarını neden olduğu ısı kayıpları oluşturmaktadır. Sadece camlar arasındaki hava tabakasının geniş olduğu durumlarda bir tarafta ısınan hava dönme hareketi yapar ve buda ısı taşınımını artırır.

İletimle ısı kaybı, pencere konstrüksiyon malzemesine (ahşap metal veya plastik malzeme) ve cam levha sayısı ve aralarındaki değere bağlıdır. Bir çok cam levha arka arkaya yerleştirilirse, ısı geçişi önemli ölçüde azaltılmış olur.

Tablo 3-1. Çeşitli cam tiplerinin K değerleri [7]

Cam tipi	K değeri W/m ² K	K değeri kcal/m ² h°C
Tekcam	6	5,2
Isıcam	2,8	2,4
Üçlü cam	2,1	1,8
Yansıtımlı ısıcam	2,8	2,4
Film kaplı tekcam	4,7	4
Film kaplı ısıcam	2,4	2,1
Film kaplı yansıtımlı ısıcam	2,4	2,1

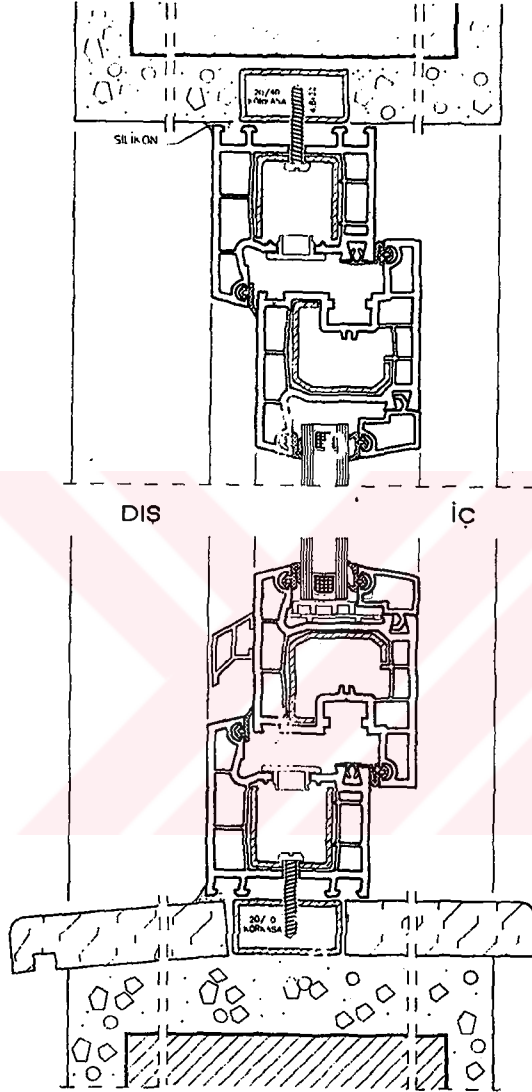
Camlı bölmelerdeki ısı kayıpları incelenirken, bütün dış duvarın belli bir asgari yalıtım değeri veya ekonomik asgari bir ısı geçiş değeri içermesi gerektiği unutulmamalıdır. Camlı bölmeler dikkate alındığında bir dış duvarın ortalama ısı geçiş değeri en fazla 1,50 kcal / hm²°C (1,75 W/m²K) olmalıdır. Bu şartlar altında ısı korunumu ancak sağlanıyor demektir. Bu hallerde 25 ile 45 kcal/hm²°C (52,5 W/m²K) arasında bir özgül ısı gereksinmesi değeriyle hesaplamalar yapılır. Ortalama ısı geçişi 1,5 veya 1,8 kcal/hm²°C aşmaması isteniyorsa ya pencere oranı azaltılmalı veya başka bir pencere türü seçilmelidir.[8] Seçilen tür pencere hemen hemen dış duvarın kendisi kadar ısı yalıtılabilmelidir. Bunu sağlamak bir çok nedenle zordur.

Pencerelerde ısı kaybı çoğunlukla doğrama, cam ve derzlerden kaynaklanır. Doğrama malzemesi eğer yalıtıksa kayıplar azalmaktadır. PVC bu malzemelerden biridir. Isı yalıtım değeri 0,13 kcal / m²h°C dir. Tekcamdan ısıcama, üçlü cama, yansıtımlı ısıcama ve pencere filmlerine geçiş ısı kayıplarını azaltmaktadır. Ayrıca derzlerin iyi bir şekilde kaliteli bir malzemeyle kapatılması ısı kaybını minimuma indirir.

PVC pencereler

Bu tip pencereler komple, seri ve standart yapım nedeniyle çok yararlıdır. Malzeme kaybı olmaz. Depolama mümkün olduğundan

anında istenilen tip ve adette pencerenin hemen temini mümkündür.



YÜKSEK DAYANIKLILIK

Pencere kasasının içi U profili ile takviye edilmiş olduğundan herhangi bir dış zorlanmaya dayanıklıdır.

KOLAY BAKIM

Bütün dış tesirlere ve suni havalandırmaya dayanıklıdır. Devamlı olarak güzel görünüşü muhafaza eder.

İYİ YALITIM

Isıcam nedeni ile ısı ve ses alışverişini engeller.

DAHA İYİ HAVA SIZMAZLIĞI

Kasa ve çerçevedeki çift kauçuk band nedeniyle rutubet, hava ve toz sızması minimuma indirilmiştir.

GÜZEL GÖRÜNÜŞ

Kasa ve çerçeve aynı düzlemde olduğundan görünüş güzeldir.

KOLAY MONTAJ

Montaj basittir.

Şekil 3-2.PVC pencere detayı [9]

Getirdiği yararlar:[9] [10]

- Özel bir malzemesi olduğundan sıcak ve soğuk tesir etmez.
- Mekanik tesirlere dayanıklıdır.
- Dış hava tesirine dayanıklı olduğundan ömrü uzundur.
- Ultra-violet ışınlarına dayanıklıdır. Rengini muhafaza eder.
- Çok zor yanar, yangına dayanıklıdır.

- Gayet iyi yalıtıkandır.
- Korozyon söz konusu değildir. Bakım istemez.
- İyi yalıtıkılığı ısıtma giderlerini azaltır.
- Isı geçirme katsayısı k' nın ufak olmasını sağlar.
- Fabrikasyon yapımı olduğundan hava sızmazlığı çok iyi yapılmıştır. Bu yüzden büyük ısı kaybı azalışı dolayısıyla yakıt ekonomisi sağlanır.
- İç yüzey sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasında az fark olacağından iç kısımda bir terleme söz konusu olmaz.
- Hafif olduğundan montaj kolaylığı vardır.
- Trafik gürültülerini çok azaltır.
- Isı değişmesi nedeni ile uzamaya tesir eden 3 faktör vardır.[9]

1. Termik uzama faktörü

$0.0008 \text{ m/m grad} = 0.8 \text{ mm /m} \times 10 \text{ grad}$ 'dır ve cama göre uzama faktörü 8 defa büyüktür. Bu sebepten birleşme kısımlarında dikkatli olunmalıdır.

2. Kışın montajdan yazı kadar veya yazın montajdan kışa kadar ısınma veya soğuma olur. Hava sıcaklığı 30°C için duvar sıcaklığı $45-60^\circ\text{C}$ olabilir. Bu nedenle bu pencerelerin açık renkli olması gerekir.
3. Pencere çerçeve boyutları küçük olduğundan uzama tesiri kasalarındaki kadar mühüm değildir. Termik hareketlerin hesapları için profillerdeki sıcaklığın bilinmesi gerekir.

Örnek :

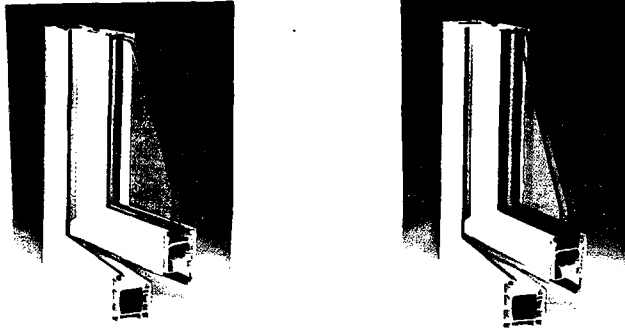
yaz dış sıcaklığı	$+30^\circ\text{C}$
kış dış sıcaklığı	-15°C
oda sıcaklığı	$+20^\circ\text{C}$
montaj sıcaklığı	$+15^\circ\text{C}$
profil sıcaklığı kış	-07°C
yaz	$+36.3^\circ\text{C}$
max sıcaklık farkı	$+37^\circ\text{C}$
montaj farkı yazın	$+21.3^\circ\text{C}$
montaj farkı kışın	$+15.7^\circ\text{C}$

Netice olarak her çerçeve ve kasa metre uzunluğu için max. uzama değışikliliği $3,0 \text{ mm/m}$ termik uzama $1,7 \text{ mm/m}$

- Görülüyorki boyut boyları değişmektedir. Bu yüzden camlama sentetik kauçukla yapılır.
- Büyük pencereler için, emniyetli imalat noktasından pencerelerin montaj yönünden bilinmesi imalatçılar için önemlidir.
- Diğer duvar pencere kasası birleştirilmeleri devamlı elastikliliğini muhafaza eden malzemelerle yapılır.
- Isı yüklenmesini azaltmak için renkler beyaz seçilir.
- Yangın problem değildir. Dayanıklısıdır. Çok katlı binalardada kullanılabilir. Üst ve alt kattaki yangından etkilenmez ve yanmaz.
- Eloktrostatik yükleme söz konusu değildir.
- Hiç bakıma ihtiyaç duymaz. Yanlız arasıra temizlik yapılmalıdır.
- Sıva ve duvar badanaları esnasında eğer kirlenme olursa, kolayca temizlenir.

Isıcamlar

Isıcamların amacı, ısı geçişinin azaltılması ve böylece kış mevsimi şartları için pencerenin islahıdır. Isıcamlar pek ucuz olmadıklarından genellikle 2 tabakalı olarak uygulanırlar. Tabaka mesafelerinin çok düşük olduğu hallerde, bu camların ısı yalıtım değeri, iki camlı bir ahşap kasalı veya bitişik ahşap kasalı pencereden daha düşüktür. Isı camlar iki kalın cam levha veya kristal ayna camı levhadan imal edilir. Aradaki hava boşluğu kuru hava ve nem emici kimyasal maddelerle doldurulmuş ve sızdırmaz şekilde kapatılmıştır. Cam kenarlarını sızdırmaz hale getirmek için çeşitli olanaklar mevcuttur. Bu nun için metal bağlantılar ve plastik profiller kullanılabilir. Cam kenarları eritilerek birbirlerine de kaynak yapılabilir. Tabaka aralığı 6 veya 12 mm ' dir. Zamanla çerçeveler sızdırmazlık özelliklerini kaybederlerse, aradaki boşluğa hava ve su buharı sızar, dış levhada iç tarafta bir tabaka meydana gelir. Bu puslanma, ne ev kadını nede bina temizleyicisi tarafından giderilebilir. Isıcam konstrüksiyonların ısıma geçirgenlikleri % 60 ile % 80 arasında değişmektedir. Belirtildiği gibi güneş ışınlarını engellemek, bunların vazifesi değildir. Dış camlardan ısı geçişi ısı ve yakıt ekonomisi problemi olduğundan başka, sıhhi açıdan da sorun oluşturur. Bilindiği gibi odanın rahatlık derecesi, odayı oluşturan yüzeylerin sıcaklıklarına bağlıdır. Pencerenin yalıtım değeri ne kadar az olursa, odadaki (soğuk) ışımda o derecede hissedilir. Isıcam kullanımı son günlerde artmıştır. Yeni yapılan binaların çoğunda ısıcam kullanımı vardır.



Şekil 3-3. Isıcamlar

İletimle ısı kaybı (Q_i)

$Q_i = K.F.\Delta t$ formülü kullanılarak hesap edilen ısı kaybı o hacmin artırısız iletimsel ısı kaybıdır. Artırımlı ısı kaybının hesap edilebilmesi için yukarıdaki formüle birleştirilmiş artırım ve yön artımı ilave edilmelidir.[4] [5] [11] Bu artımlar ilave edilince;

$$Q_i = K.F.\Delta t.(1+Z_H+Z_D) \quad \text{kcal/h}$$

elde edilir.

K	:	Toplam ısı geçiş katsayısı	kcal/m ² h°C
F	:	Pencere yüzeyi	m ²
Δt	:	İç ve dış sıcaklık farkı	°C
Z_D	:	Birleştirilmiş artırım katsayısı	
Z_H	:	Yön artırımı	

Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D)

Birleştirilmiş artırım katsayısı soğuk dış yüzey ısı kaybı artırım Z_A ile kesintili ısıtma rejimi artımı Z_U toplamına eşittir. Z_A artırım ısıtılan hacimde soğuk dış yüzeylere radyasyonla olan ısı kaybının olumsuz etkilerini karşılamak için kabul edilen bir artırım katsayısıdır. Hacmi çevreleyen dış yüzey oranına bağlıdır.

Kesintili ısıtma rejimi artırım işletme rejiminin azaltılmasından veya işletmeye bir süre ara verilmesinden sonra, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının kısa zamanda tekrar eski

sıcaklıklarına getirilebilmesi için göz önüne alınan ısı kapasitesi artırımudur. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Z_D artırımını D sayısı ve işletme durumu belirler. D sayısının formülü şudur:

$$D = Q_0 / F_{top} \cdot (t_i - t_d) \quad \text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C (W/m}^2\text{K)}$$

Burada Q_0 artırımsız iletimsel ısı kaybı, F_{top} ise ısı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin m^2 si olarak alanların toplamıdır.

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre üç tip işletme şekli tanımlanmıştır:[11]

I.İşletme: Tesisat sürekli çalıştırılır ve yalnız geceleri ateş azaltılır.

II.İşletme: Ateş her gün on saat tamamen söndürülür.

III.İşletme: Ateş her gün 14 saat veya daha uzun süre tamamen söndürülür.

Hesaplanan D değerlerine ve saptanan işletme durumuna bağlı olarak Z_D birleştirilmiş artırım Tablo 3-2. ' de verilmektedir.[11]

Tablo 3-2. Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D [11]

İşletme Durumu	D			
	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49	>1.50
	% Z_D			
I. İşletme	7	7	7	7
II. İşletme	20	15	15	15
III. İşletme	30	25	20	15

Yön artırım (Z_H)

Bir hacmin iletimsel ısı kaybına dış pencerelerin baktığı yöne göre Z_H artırımı uygulanır. Çünkü, kuzey yarım kürede binaların güneye bakan odaları güneş ışınlarının radyasyonu etkisiyle bir miktar ısınır. Z_H yön artırım seçiminde penceresi ulunan dış duvarın yönü esas alınır. Z_H yön artırım Tablo 3-3. ' de verilmektedir.[11]

Tablo 3-3. Yön artırımı Z_H % [11]

Yön	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% Z_H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

Yüksek katlar ve yüksek kat artırımı

Yapı bileşenlerinin K ısı geçirme katsayılarının hesaplanmasında önemli terimlerden biri dış yüzeysel ısı taşınım katsayısıdır. Bilindiği gibi hesaplarda $20 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$) olarak alınan dış yüzeysel ısı taşınım kat sayısının bu değeri 2 m/sn. rüzgar hızı için geçerlidir. Yapının konumu ne olursa olsun, belirli birkaç kattan daha yukarıdaki katlarda rüzgar hızının arttığı bilinmektedir. Demek ki, yapının yüksek katlarında dış yüzeysel ısı taşınım katsayısının değeri $20 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$) daha büyük olacaktır. Ayrıca kazan dairesinde ayrılan kolonlarda sıcaklığı 90°C olan su yüksek katlara çıkıncaya kadar kolonlar ısı yalıtımı yapılmadığı için soğumaktadır. Bu durumda ısıtıcıların gereken verimde çalışmayacakları açıktır. Bu nedenlerle artırısız iletimsel ısı kayıplarına Tablo 3-4.' de belirtilen oranlarda yüksek kat artırımları eklenmelidir.[11]

Tablo 3-4. Kat yükseklik artırımları [11]

kat zam	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
%0	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	4.3.2 .1	4.3.2 .1	5.4.3 .2.1
%5	4.	4.	5.4	5.4	5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	7.6.5	8.7.6
%10		5.	6.	6.	7.6	8.7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	10.9. 8	11. 10.9
%15				7.	8.	9.	10.	10.	11. 10	12. 11. 10	13. 12. 11	14. 13. 12
%20								11	12	13	14	15

3- 2.2.Hava Kaçakları

Bilindiği gibi, bir pencerenin hava sızıntısı a faktörü yardımı ile belirtilir. Bu faktör, pencere de 1 mmSS basınç farkı söz konusu olduğunda, her metre hava boşluğu başına bir saate dışarıdan ne kadar hava (m³) sızdığını gösterir. Pencerelede hava boşluklarından sızan hava hacmi için:

$$V = a \cdot L \cdot \Delta p \quad (m^3 / h)$$

Burada :

V	Hava hacmi	(m ³)
a	Sızıntı faktörü	(m ³ / h.m)
L	Boşlukların uzunluğu	(m)
Δp	Havanın basınç farkı	(kp / m ²) dir.

Verilere göre, ısı kaybının bulunmasında gerekli olan a faktörü pencerenin yapı tarzına göre 3 ile 1,2 arasında değişmektedir. Bu bir basit saptamadır. Fakat bir odanın hava kaçağıyla meydana gelen hava akımı değerinin 1 den büyük olmaması kesinlikle uyulması gereken bir kuraldır. Eğer bu şarta uyulacaksa a faktörüyle şu geçerli değerler bulunur.

a;	0,5 ten küçük	:	Pencere büyüklüğü 5 m ² den fazla
	0,5 ile 1 arası	:	Pencere büyüklüğü 5 m ² den küçük iyi bir uygulama
	1 ile 2 arası	:	Pencere büyüklüğü 5 m ² den küçükse yeterli bir uygulama
	2 den büyük	:	Şart yerine gelmez.

Yapı pratiğinde çeşitli yazarlara göre a değeri aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir.[8]

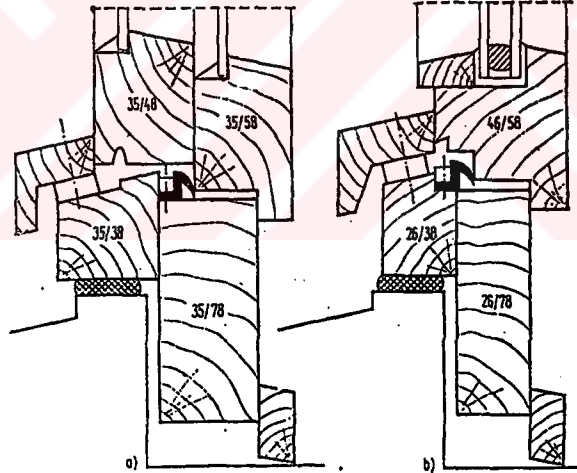
- İyi uygulanmış ahşap pencerelerde a 2,0, çok iyi uygulanmış ahşap pencerelerde 1,2 - 1,5 arasındadır.
- Çift katlı pencerelerde (burada katlar dan sadece bir tanesi sızdırmaz şekilde örter) ortalama 1,5
- Basit pencerelerde 2,0 veya fazlası
- Kötü uygulanmış pencerelerde ve fazla nemli keresteden

yapılmış bütün ahşap pencerelerde 3,0 ile 5,0 arası

- Metal pencerelerde 2,0 ile 2,5 arası

a değeri ahşap pencerelerde ahşabın esnemesi nedeniyle sonraki üç yıl içinde % 10 - 100 arasında artar. Böylece bir pencerenin ısı kaybının iletimle ısı kaybı veya ısı yalıtım değerinden çok, hava sızıntısına, yani boşluğun uzunluğuna ve a faktörünün değerine bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle boşluk uzunluğu ve hava sızıntı faktörü a 'nın mümkün olduğunca küçük olduğu pencere tipleri seçilmelidir.

Elverişli boşluk izolasyon şeritleri lastik veya şerittendir. Bunlar gerektiğinde sökülebilir olmalıdır. Çünkü lastik ve plastik malzemelerin çoğu çözücü malzemeler karşı dayanıksız olup, pencerenin sonradan boyanmasıyla kendiliklerinden düşebilirler. Boşlukları sızdırmaz hale getirilmiş pencere [8] şekil 3-4 .



Şekil 3-4.Hava kaçakları sızdırmaz hale getirilmiş pencere [8]

Hava sızıntısı ısı kaybı (Q_s)

Kapatılmış durumda olan pencerelerin kanatları kasaları ile tam çakışmamakta ve arada boşluk kalmaktadır. Dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle içeriye soğuk olan dış hava sızmaktadır. Odaya sızan dış hava, aynı miktarda ve sıcak olan iç havanın dışarı sızmasına neden olmaktadır. Bu durumda, adaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir; Bu

soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı denir.

Hava sızıntı ısı kaybı:

$$Q_s = \Sigma a \cdot l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_e \quad \text{kcal /h fomülü ile hesaplanır.}$$

- a : Sızıntı faktörü (m³ / mh)
l : Pencereilerin açılan kısımlarının metre olarak çevre uzunluğu
R : Oda durumu katsayısı
H : Bina durumu katsayısı
Δt : iç ve dış sıcaklıklar farkı, °C (K)
Ze : Her iki dış duvarında pencere olan odalar için değeri 1,2 diğer odalar için 1 olan katsayıdır.

Pencerelerin a sızıntı faktörü çerçevenin yapıldığı malzemeye bağlıdır.[11] Tablo 3-5'de pencerelerin hava sızdırma derecesi verilmiştir.

Tablo 3-5. Pencerelerin hava sızdırma derecesi (a) [11]

Malzeme	Pencere şekli	a
Ahşap veya plastik çerçeve	Tek Pencere	3.0
	Çift camlı pencere	2.5
	Çift pencere	2.0
Çelik veya metal çerçeve	Tek Pencere	1.5
	Çift camlı pencere	1.2
	Çift pencere	1.2

Hava sızıntısı ısı kaybını hesaplamak için pencerelerin açılan kısımlarının çevre uzunlukları önceden hesaplanmalıdır. Pencerelerin açılan kısımlarının çevre uzunluğu bilinmiyorsa yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bunun için $w = L/F$ formülü ve Tablo 3-6. bilgilerinden yararlanılır.[11] Ancak bu şekilde sağlıklı bir hesap yapılamayacağı açıktır.

Örnek : Pencere yüksekliği $h = 1,25 \text{ m}$, $F = 3,00 \text{ m}^2$. Tablodan

$w = 4,10$ bulunur. L = Pencere enfiltrasyon aralığı uzunluğu (m)

$$L = w \cdot F = 4,10 \times 3,0 = 12,3 \text{ m 'dir.}$$

Tablo 3-6.Çevre Uzunluğu [11]

Yapının şekli	Pencere yüksekliği - h -	w=L/F
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0.50	7.20
	0.63	6.20
	0.75	5.30
	0.88	4.90
	1.00	4.50
	1.25	4.10
	1.50	3.70
	2.00	3.30
	2.50	3.00

Oda durumu katsayısı (R)

Oda durumu katsayısı hesaplanan $\Sigma a.l$ değeri ile oda içine giren havanın akıp gidebilme durumunu belirtir. Çoğu halde pencereler vasıtası ile içeri sızan hava iç kapılardan dışarı sızar ve en gayrimüsaıt halde odaya giren hava kadar hava dışarı sızar. R katsayısı hesaplanan hava miktarına oda durumunu gösterdiği direnci belirtir. R katsayısının tam olarak hesabı imkansızdır. Normal ebatta pencereleri ve kapıları olan odalar için $R = 0,9$ büyük pencereleri, buna mukabil bir tek iç kapısı olan odalar için $R = 0,7$ değeri kullanılır. R katsayısının seçimi için Tablo 3-7. verilmiştir.[11]

Tablo 3-7. Oda durumu katsayısı (R) [11]

	İç kapı	FA (Dış pencere alanı) FT (İç kapıların alanı)	R
Tahta veya Plastik pencere Çelik veya Metal pencere	Aralıklı	<3	0.9
	Aralıksız	<1.5	
	Aralıklı	<6	
	Aralıksız	<2.5	
Tahta veya Plastik pencere Çelik veya Metal pencere	Aralıklı	3 ila 9	0.7
	Aralıksız	1.5 ila 3	
	Aralıklı	6 ila 20	
	Aralıksız	2.5 ila 6	

Bina durumu katsayısı (H)

Bina durumu katsayısı çeşitli inşaat tarzları ve bölgenin rüzgar durumunu kapsayan bir katsayıdır. Hesaplarda kullanılan H değerleri Tablo 3-8. ' den seçilir.[11] Dış kapısı doğrudan dış hava açılan hacimlerde (dükkan, mağaza, banka, vs. yerler) hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi söz konusudur. Bu gibi yerlerde aşağıdaki formüllerden hareket edilerek hava değişimi ısı kaybı hesaplanır.

$$Q_s = n \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t \cdot v$$

n	:	Hava değişimi sayısı	(defa / h)
ρ	:	Dış havanın yoğunluğu	(kg / m ³)
c_p	:	Havanın özgül ısı	(c_p : 0,24 kcal / kg C)
Δt	:	$t_i - t_d$	(°C)
v	:	Isıtılan yerin hacmi	(m ³)

Bina durumu katsayısı (H) Tablo 3-8.' da bina durumuna, bölge durumuna göre verilmiştir.

Tablo 3-8. Bina durumu katsayısı (H) [11]

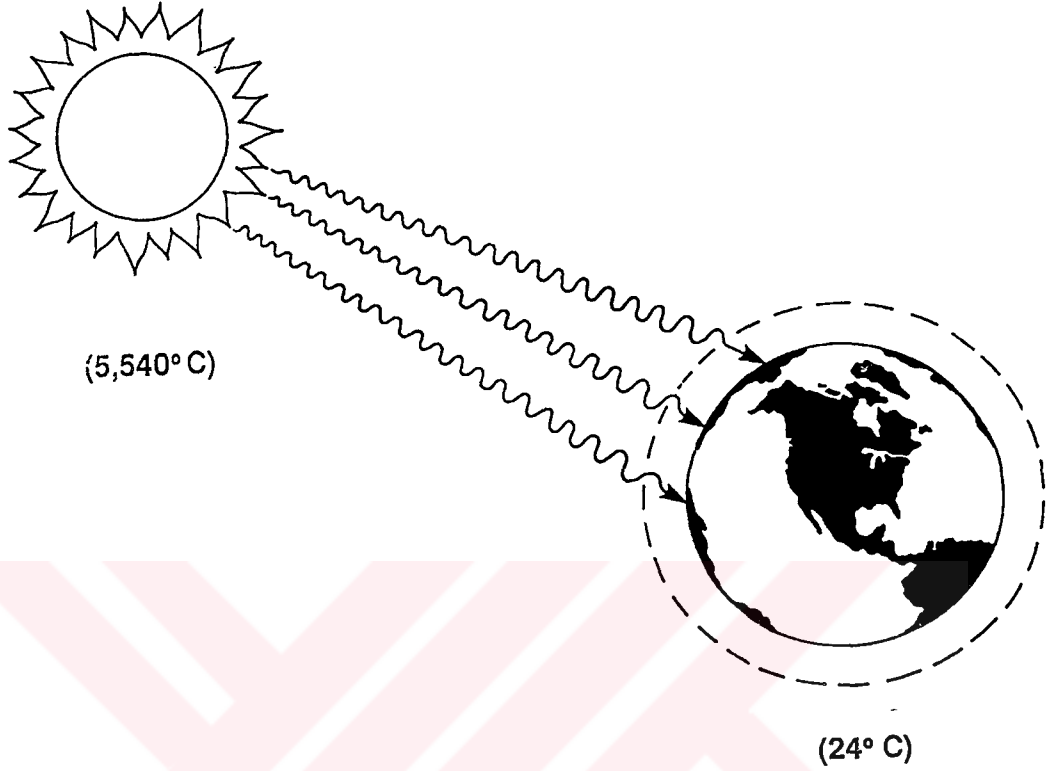
Bölgenin durumu	Binanın durumu	H Katsayısı	
		Bitişik nizam	Ayrık nizam
Normal Bölge	Mahfuz	0.24	0.34
	Serbest	0.41	0.58
	Çok serbest	0.60	0.84
Rüzgarlı Bölge	Mahfuz	0.41	0.58
	Serbest	0.60	0.84
	Çok serbest	0.82	1.13

Not : Bir katta birden fazla dairesi veya birbiri ile irtibatı olmayan oda gruplarını haiz binalar olarak kabul edilirler.

3- 3.ISI KAZANÇLARI

Pencerelerin sakıncaları sadece kışın derzlerin rüzgar sızdırmalarında değil yazın da güneş ışınlamasını bir bölümünü az bir zayıflatmayla hatta hiç zayıflatmadan yapının içlerini iletmelerinde de

belirginleşir. Bilindiği gibi bir yapıya ulaşan atmosferik ışıma direkt (doğrudan), diffuse (dağılan) ve yansıyan ışımalardan meydana gelir.



Şekil 3-5. Güneş Işınımı

Doğrudan ışıma, uzayın belli bir yerinden dünya yüzeyine ulaşan ışımadır. Dağılan ışıma ışınların atmosferden geçişlerinde, hava molekülleri, buhar ve toz tanecikleri ile dağıtılmaları ile meydana gelir. Dağılıma alanı, pratikte doğrudan ışımadaki dalga uzunluğu alanının aynısıdır. Fakat belli bir yönü yoktur ve bütün ışın alıcı yüzeyler için aynı büyüklüktedir. Doğrudan ve dağılan ışımlar toprak üzerinde veya yapılar üzerinde buluşurlar. Oradan yansıtılırlar ve yansıyan ışımayı oluştururlar. Bu ışıma genellikle oldukça düşük şiddetlidir fakat özel durumlarda yüksek değerlere ulaşabilir (kar örtüsü, su kenarındaki yapılar ve yansıtıcı cam veya metal cephesi olan yapılara komşu binalar).

Güneş ışınları bir pencereye ulaşırsa, bir kısmı hiç engellenmeden içeri bırakılır bir kısmı yansıtılır, geri kalan kısmı cam tarafından emilir ve sonra geri ışıma ve taşınma halinde ısı olarak oda havasına verilir. İçeri bırakılan ışımanın oranı, ışınların düştüğü açığa, dalga boylarına ve camın cinsine bağlıdır. Cam cinsleri için Tablo 3-9. '

ya bakınız.[7]

Tablo 3-9.Cam tiplerine göre geçirgenlik değerleri [7]

	Tekcam	Isıcam	Yansıtma ısıcam	Film kaplı tekcam	Film kaplı ısıcam	Film kaplı yansıtma ısıcam
Gölgeleme k.	.94	.81	.55	.25	.36	.29
Toplam G.E.						
Yansıyan	8%	14%	8%	52%	40%	16%
Yutulan	15%	26%	54%	34%	49%	78%
İletilen	77%	60%	38%	14%	11%	6%
Görünür ışık						
Yansıyan	8%	14%	8%	53%	51%	21%
İletilen	88%	78%	45%	17%	16%	9%
Ultra viole I.	< 68%	< 29%	< 21%	< 1%	< 1%	< 1%
Yayma k.	0.84	0.84	0.84	0.45	0.45	0.45
K değeri	5	2,4	2,4	3,9	2	2

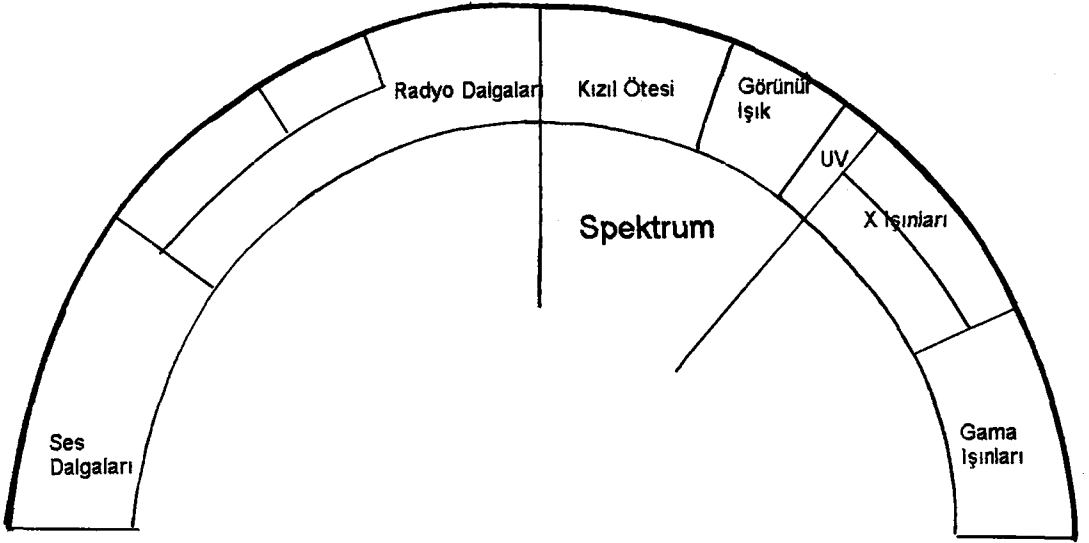
Işımanın şiddeti, dikey yüzeyler için yönlerle göre konumlarına ve mevsimine, yatay yüzeyler içinde en çok mevsimlere bağlıdır. Dış duvarlar en fazla ışımaya, güneşin en yüksek konumuna ulaştığı, yaz mevsiminde değil, ilkbahar veya sonbaharda uğrarlar. Düz çatılarda durum doğal olarak tam tersidir. Güneşin ısıtan ışınları görülen ışığın dışındaki uzun dalga alanına aittirler. Bundan başka görülebilir ışınların ve kısa dalgalı, görülemeyen ışınların bir bölümünde ısıtırlar.

Dalga boyları ;

- Kırmızı ötesi bölgedeki ısıtıcı ışınlar için 0,8 ile 340 μm arası
- Görünür ışık için 0,4 ile 0,8 μm arası
- Mor ötesi için 0,4 μm ' den küçük

Şekil 3-6. 'da elektromanyetik spektrum verilmiştir.[7]

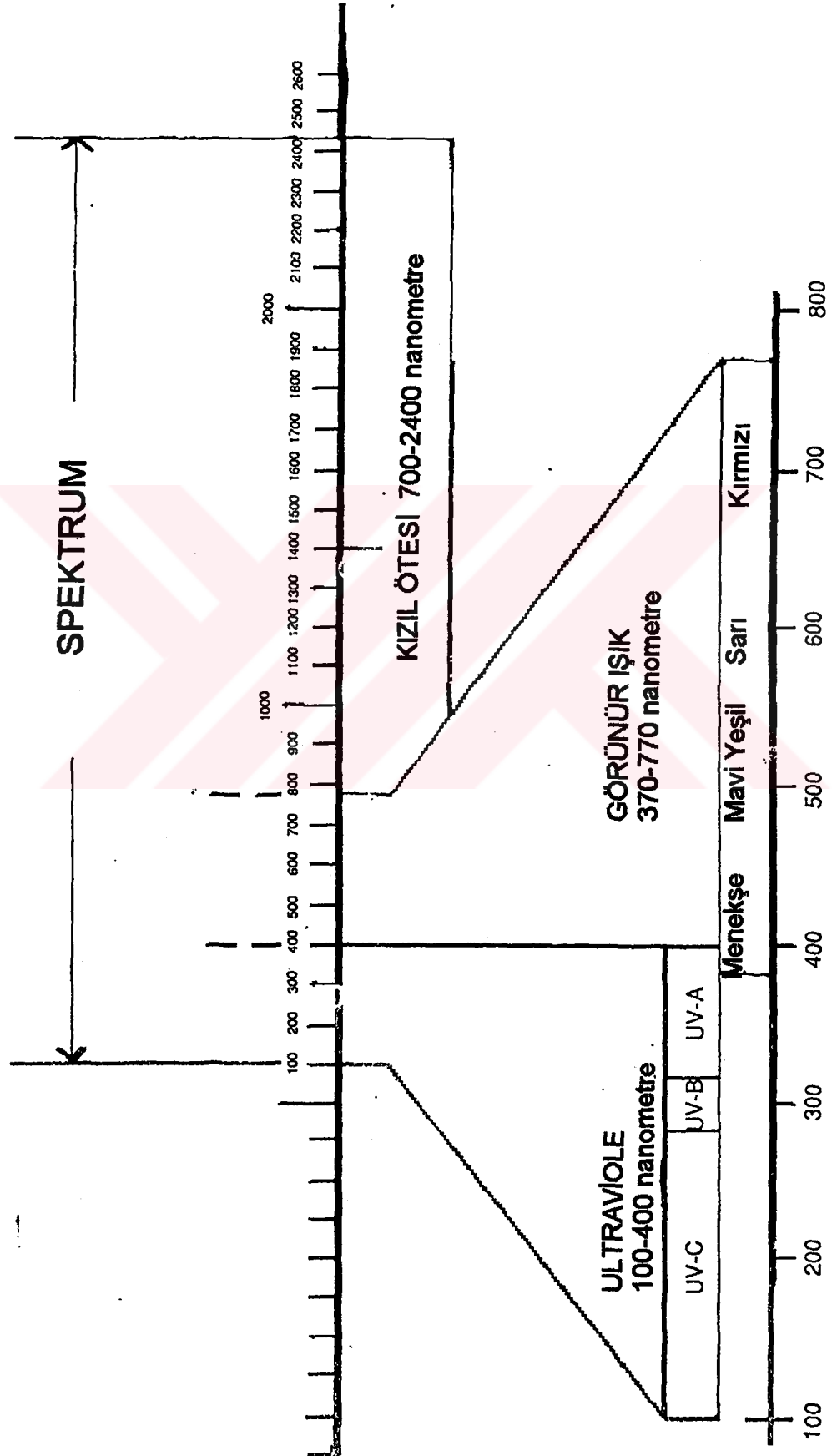
Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık % 3 'ü ultra-viole radyasyonu, % 44 'ü görülebilir ışık radyasyonu, % 53 'ü ise infra-red radyasyonudur.Şekil 3-7.'da dalga boyları verilmiştir.[7]



Şekil 3-6.Elektromanyetik spektrum [7]

Güneş ışımasında görülebilir bölgenin enerji maximumu $0,5 \mu\text{m}$ ' lik dalga boyundadır.

Bahçeçilikte yararlı olarak değerlendirilen, konut ve toplum yapılarında kesinlikle istenmeyen sera ısısının oluşması, ağır ve orta ağır yapılarda da arada bir kendini göstermekte, hafif yapı tarzında ise doğal olarak daha sık rastlanmaktadır. Ağır yapı tarzında da odaların yaz mevsimindeki ısınmaları, kritik noktalara ulaşabilir. Bu, pencerelerin kuzeye yönelik olmadığı ve oldukça büyük olduğu durumlarda söz konusudur. Eğer bir projeci, hazırlanan yapıda pencerelerin tüm oda oluşturucu alanların, % 10 ' undan fazla olduğunu saptarsa, yaz mevsimindeki aşırı ısınmayı gölgelemeler, havalandırma ve soğutma sistemleri ile nasıl engelleyeceğini düşünmek zorundadır. Hafif yapılarda büyük pencereler, her zaman odanın aşırı ısınması açısından tehlike arzederler. Odadaki ısı taşınması fonksiyonu, çeşitli şekillerde olur. Direkt güneş ışığı, oda iç yüzeyleri ve mobilyaların sadece belli sınırlı yerlerine düşer. Doğrudan güneş gören elemanlar oldukça ısınır ve uzun süren bir ışımadan sonra oda havasına ısı verirler. Hava ısıyı taşınım yoluyla doğrudan ısıtılanmayan oda yüzeylerine taşır. Buradaki ısı taşınması bir çeşit iletimdir. Daha önce kısa dalgalı ışımayla başlatılan ısı taşınması, taşıma ve uzun dalgalı ışıma halinde sürdürülür (sadece $2,8 \mu\text{m}$ ' ye kadar ışınlar pencere camından sızabilirler).



Şekil 3-7. Dalga Boyları [7]

Doğrudan güneş gören yüzey ve elemanlar iletici olarak etkirler. İçeri ısıtılan ısıyı, camlarında ısınmasını katabiliriz. Isınan camın ısı % 50 dışa, % 50 ' de içe verilir. Söylendiği gibi, önemli bir ölçüde zayıflamadan pencerelerden girebilen kısa dalgalı güneş ışınları oldukça etkilidir. Yansıma sonucu uzun dalgalı ışın haline geçtikleri için cam içinden tekrar odayı terkedemezler. Odada oluşan ısı ancak oda ısısından daha soğuk bir cam içinden dışarı gidebilir. Ama camda ısınmakta, hatta oda sıcaklığını aşmaktadır. Güneş ışıınının 782 w/m^2 dış hava sıcaklığının 32°C , iç hava sıcaklığının 24°C ve rüzgar hızının 12 kph olduğu bir ortamda yapılan testlerde ısıcamın içindeki hava boşluğunun 35°C ve reflektif ısıcamın içindeki hava boşluğunun 38°C civarında sıcaklığa sahip olduğu ölçülmüştür. Böylece ısıtılan ısı odada hapis kalır ve gittikçe daha fazla ısıtır. Doğal olarak ısıyı, soğutma sistemleri ile yok etmek mümkündür. Örneğin tavandan ısıtılmayla ısıtma sistemlerinin borularından soğuk su geçirilmesi. Fakat bu sistemlere pek nadir rastlanmaktadır. Ayrıca sistemin ekonomik açıdan etrafıca düşünülmüş ve oturmuş olması gerekir. Böylece, güneş ısını ya gölgeliklerle pencereden uzak tutmalı yada pencere düzleminde yakalamalıdır.

Güneş ışınlarının yansıtılması

Güneş kontrol filmi kullanımı

Güneşin yol açtığı ısıyı, solmaları ve göz kamaştırıcı ışıkları önlemek üzere saydam yansıtıcı levha kullanılabilir. Bu tür bir levha güneşin ultra-violet görülebilir ve infra-red ışınlarının bir kısmını yansıttığından, bir odaya gelen güneş ışınlarının bu yoğunluğunu azaltır. Normal bir pencere camı güneş enerjisinin % 94 ' ünü içeri geçirir, levha kaplı bir cam için bu oran % 25 ' tir. Bir binanın içindeki ısıının miktarı bir çok faktöre bağlıdır. Binanın içindeki insanların adedi, ışıklandırma, tavandan ve duvarlardan sızan güneş enerjisi, pencere ve merdiven ışıklandırma pencerelerinden direkt içeri giren güneş enerjisi, binanın elektrik donanımı bu faktörlerden bazılarıdır. Bir binanın belli bir yüzeyine düşen güneş enerjisinin hava iletkenliği ve yayılması sayesinde veya pencerelerden giren direkt güneş radyasyonu nedeniyle, derhal ısıya dönüşerek o binanın ısı yükünün bir parçası haline gelir. Pencerelere düşen güneş enerjisi derhal ısıya dönüşür. Halbuki bir binanın çatısına veya duvarlarına düşen güneş enerjisinin binanın içine ulaşabilmesi için uzun bir zaman geçmesi gerekmektedir. Güneşin

binanın ısı yükünde meydana getirdiği ısı artışı saptanabilir. ASHRAE rehberi ve TRANE soğuk havalandırma elkitabı gibi yayınlarda tablolar halinde bu değerler mevcuttur. Bu tablolar sayesinde güneş enerjisinin herhangi bir enlemde ve herhangi bir yöne bakan bir binanın ısı yüküne olan katkıları hesaplanabilir. En yüksek ısı yükü hesaplandıktan sonra bu değer gerekli soğutma cihazının kapasitesini saptamakta kullanılır.

Arzulanan konfor seviyesini sürekli kılmak için gerekli soğuk havalandırma saptamada dizayn (tasarım) mühendisleri yalnız bir faktörü dikkate alırlar, o da pencerelerden giren enerji miktarıdır. Bir binanın toplam ısı yükünün yalnız pencerelerden değil, bir çok kaynaklardan geldiği de göz önünde tutulduğunda camlara yansıtıcı levha uygulanarak gerekli soğuk havalandırma kapasitesinde bir oranda indirim yapılabilir.

Yansıtıcı levhanın önlediği enerji miktarını hesaplayabilmek için gölgeleme katsayılarının bilinmesi gerekmektedir. Gölgeleme katsayısı, sıra kaplı bir maddenin güneşi kontrol etme yeteneğidir. Gölgeleme katsayısı, sırla kaplı bir maddenin geçirdiği güneş enerjisinin miktarı ile aynı şartlar altında karşılaştırılan bir pencerenin berrak, kırışksız bir sırla kaplanması halinde, bu camın geçirdiği güneş enerjisi miktarı, arasındaki oranla ifade edilir. Camların yüzeylerinde kullanılan bu levhaların sağladığı yararlar şunlardır:

Güneş ısını önleme

Güneş ısının % 73 ' ünü yansıtarak içeri girmesini önler ve böylece daha verimli, rahat bir çalışma ve yaşama ortamı sağlar. Binada mevcut soğuk havalandırma sisteminin kapasitesi az geliyor ise, camlara uygulanarak ve güneş enerjisinin binaya girmesi önlenerek daha fazla soğuk hava kapasitesi sağlanabilir. Eğer yeni bir soğuk havalandırma sisteminin kurulması söz konusu ise, masraflardan tasarruf ve sistemin etkinliğinin artırılması sağlanabilir.

Dengeli iklim koşulları

Binaların değişik cephelerinin değişik oranda güneş alması nedeniyle, binada soğuk havalandırma sistemi bazı cephelerinde yetersiz kalmakta, bazı cephelerinde ise fazla gelmektedir. Bina içerisindeki bu iklim koşulları ortadan kalkmaktadır.

Gözleri rahatsız eden güneşin parlak ışınlarını önleme

Güneşin verdiği ışık her zaman için bir problemdir. Özellikle kışın yatay gelen güneş ışınları odanın en kuytu köşelerine dek girerek insanın gözünü alır. Pancurlar bu tür ışınlar için bir çözüm olmakla birlikte, bunların odayı karanlığa boğması elektrik sarfına yol açar. Yansıtıcı levha sayesinde gerek yazın, gerekse kışın güneşin gözleri rahatsız eden parlak ışınları önlenmiş ve böylece her mevsim pencerelereden tüm yararlanma olanağı bulunmuş olur.

Yerden azami istifade

Yansıtıcı levha sayesinde pencere yanları dahil tüm yerleşme alanında istifade etmek olanağı doğmuş bulunmaktadır.

Ultra-viole ışınlarını önleme

Güneşin ultra-viole ışınlarını % 99 oranında engelleyerek kumaşların ve halıların solmasını ve mobilyaların çatlamasını ve eskisini önler.

Camların kırılma direncini arttırma

Uygulandığı camın kırılması halinde % 100 esneme yeteneğine sahip olduğundan, mühendislik hesaplamalarının gerektireceği cam direnci, daha ince cam ile sağlanabilir.

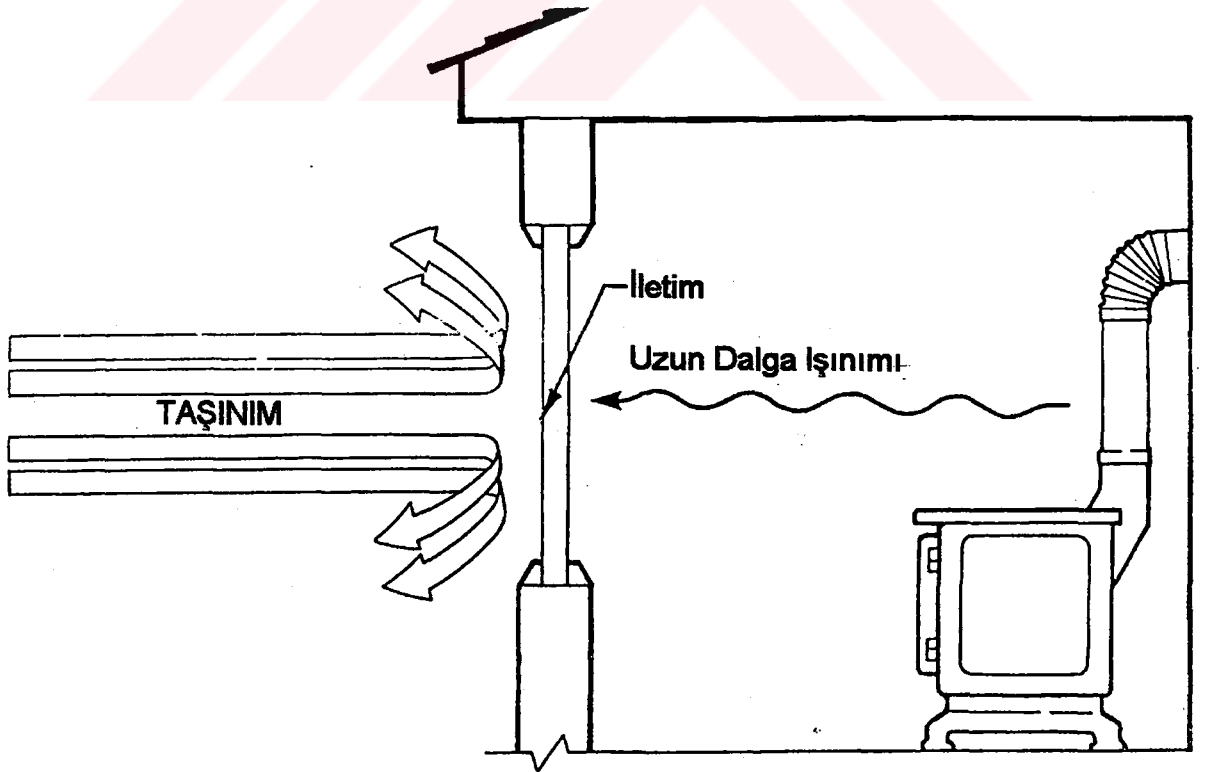
Yukarıda sayılan yararlar maliyetleri düşürmekte, çeşitli masraflardan tasarruf sağlamaktadır.

4- CAM ÇEŞİTLERİNE GÖRE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ TASARRUF HESABI

Camlardan meydana gelen ısı kayıplarına neden olan etkenler:

Şekil 4-1.

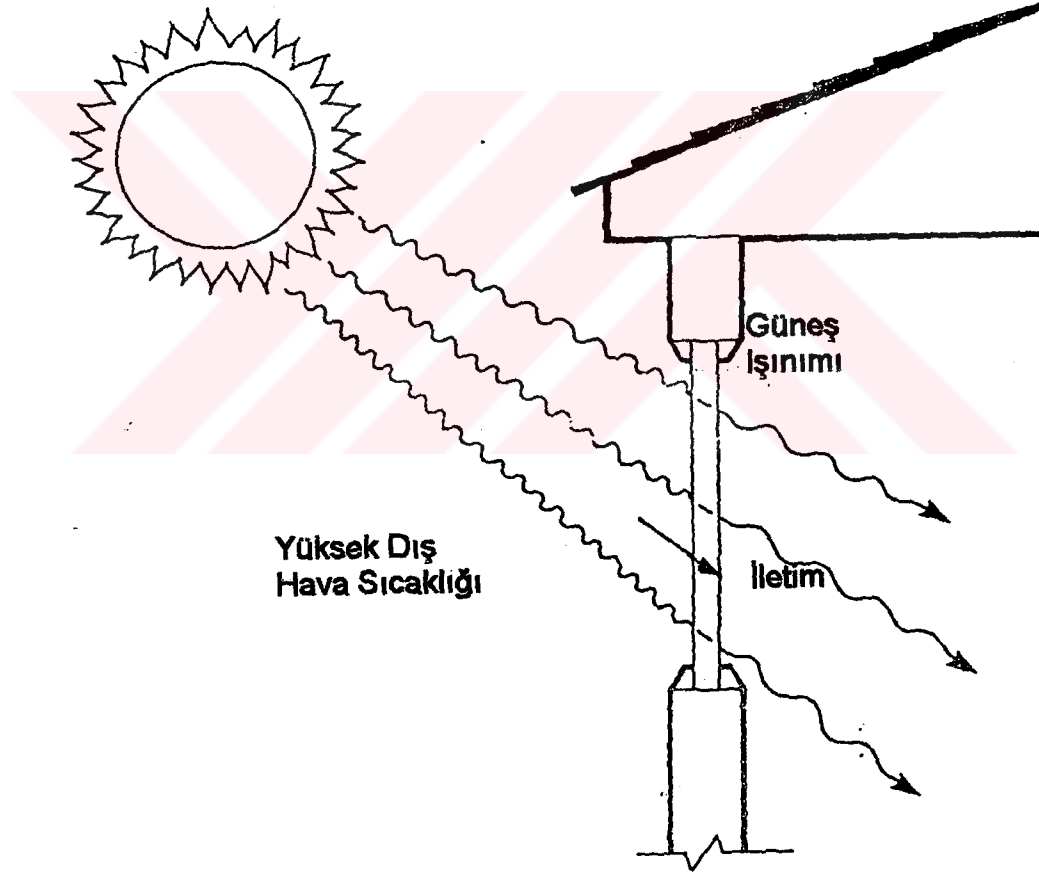
- Dış ile İç Ortam arasındaki Sıcaklık Farkı
- Rüzgar Hızı
- Yüzeyin Yayma Katsayısı
- Cam Kalınlığı
- Camlar Arasındaki Hava Tabakasının Kalınlığı



Şekil 4-1. Camlardan meydana gelen ısı kayıp nedenleri

Camlardan meydana gelen ısı kazançlarına neden olan etkenler;
Şekil 4-2.

- Güneş Işınımı
- Yüksek dış hava sıcaklığı



Şekil 4-2.Camlardan meydana gelen ısı kazanç nedenleri

Enerji tasarrufu hesabında genel bina bilgileri

1. Binanın konumu _____

2. Varolan Cam Tipi _____

3. Camların Yönleri ve Alanları m² :

Kuzey	_____	Güney	_____
Kuzeydoğu	_____	Güneybatı	_____
Doğu	_____	Batı	_____
Güneydoğu	_____	Kuzeybatı	_____
Eğimli	_____		

4. Isı Kaybı Bilgileri :

Isıtma Derece Gün _____

Isıtma Tipi :

Elektrik	Doğal Gaz
(kwh)	(m ³)

Isıtma Birim Maliyeti _____

5. Isı Kazancı Bilgileri :

Soğutma Gün Sayısı _____

Soğutma Ay Sayısı _____

Soğutma Maliyeti _____

4- 1.ISITMA ENERJİ TASARRUF HESABI

1. " K - Değerleri " Farkının Hesaplanması. Tablo 4-1.

" K Değeri " düşük cam. _____
 " K Değeri " iyileştirilmiş cam. _____
 " K Değeri " farkı _____

2. Derece Gün Sayısına göre Camlardan Meydana Gelen Enerji Tasarrufu Hesabı (kwh cinsinden) Tablo 4-2.

$$\frac{\text{Isıtma Derece-Gün}}{\text{Toplam Cam Alanı}} \times \frac{\text{K Değerleri Farkı}}{\text{K Değerleri Farkı}} \times 24 \text{ saat/gün} \times \text{kwh Tasarruf}$$

3. kwh Tasarrufunun Isıtma Enerji Birimlerine Dönüşümü

$$\frac{\text{kwh Tasarruf}}{\text{Yakıt Dönüşüm Faktörü}} = \text{Enerji Birimleri Tasarrufu}$$

Yakıt Dönüşüm Faktörleri:

<u>Yakıt Tipi</u>	<u>Birimleri</u>	<u>Dönüşüm Faktörleri</u>	<u>Verimlilik</u>
Elektrik	kWh	1 kWh / kWh	% 99
Doğal Gaz	m ³	0.094073 m ³ / kWh	% 90

4. Maliyet Olarak Enerji Tasarrufu

$$\frac{\text{Enerji Birimi Tasarrufu}}{\text{Birim Maliyet}} \times \text{Birim Maliyet} = \text{Toplam Tasarruf TL olarak}$$

Türkiye ' de Ortalama Derece-Gün Sayıları

Bir ısıtma sürecindeki Derece - Gün sayısı, ısıtma günlerindeki ısıtma ortam sıcaklığı ile dış ortam (hava) sıcaklığı farklarının toplamına eşittir. Aşağıdaki değerler iç ortam sıcaklığının 20°C olduğu ve dış ortam sıcaklığının $\leq 15^{\circ}\text{C}$ olduğu günlerde hesaplanmış 10 yıllık değerlerin ortalamasıdır.[5]

Tablo 4-1.Türkiye'de illere göre derece gün sayıları [5]

<u>Şehir</u>	<u>Ort.Der.Gün.Say.</u>
ADANA	1135
ADAPAZARI	2211
ADIAMAN	2044
AFYON	3231
AĞRI	4531
AKSARAY	3102
AMASYA	2539
ANKARA	3058
ANTALYA	1431
ARTVİN	2888
AYDIN	1622
BALIKESİR	2263
BATMAN	2191
BİLECİK	2840
BİNGÖL	3274
BİTLİS	3696
BOLU	3331
BURDUR	2766
BURSA	2203
ÇANAKKALE	2107
ÇANKIRI	3299
ÇORUM	3376
DENİZLİ	2055
DİYARBAKIR	2473
EDİRNE	2591
ELAZIĞ	2998

TRABZON	2064
TUNCELİ	3136
UŞAK	2617
VAN	3988
YOZGAT	3946
ZONGULDAK	2348

Tablo 4-2.Çeşitli cam tiplerinin K değerleri

Cam tipi	K değeri W/m ² K	K değeri kcal/m ² h°C
Tekcam	6	5,2
Isıcam	2,8	2,4
Üçlü cam	2,1	1,8
Yansıtmalı ısıcam	2,8	2,4
Film kaplı tekcam	4,7	4
Film kaplı ısıcam	2,4	2,1
Film kaplı yansıtmalı ısıcam	2,4	2,1

4- 2.SOĞUTMA ENERJİ TASARRUF HESABI

1. Soğutma Enerji Tasarrufu Hesabı Uygulacak Binanın Bulunduğu ilin enlemi Tablo 4-3. OGGIKF değerlerini bulmak için gereklidir. Enlem _____

2. Gölgeleme Katsayısı Farkı (GKF) Tablo 4-5.

Gölgeleme Katsayısı düşük cam _____
 Gölgeleme Katsayısı iyileştirilmiş cam _____
 Gölgeleme Katsayısı Farkı (GKF) _____

3. Genel Bina Bilgilerinden Alınan Bilgilere Göre

	Cam Alanı	OGGIKF	Soğutma Gün/Yıl	GKF	kwh Tasarruf
K	x	x	x	=	
KD	x	x	x	=	
D	x	x	x	=	
GD	x	x	x	=	
G	x	x	x	=	
GB	x	x	x	=	
B	x	x	x	=	
KB	x	x	x	=	
E	x	x	x	=	
		Toplam	Tasarruf	kWh	

4. Soğutma Enerji Maliyeti :

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Toplam kWh Tasarruf} & \times & \text{Soğutma Enerji Birim Maliyeti TL/kWh} \\
 & & = \\
 & & \text{Toplam Tasarruf TL olarak}
 \end{array}$$

Tablo 4-3.Ortalama günlük güneş ısı kazancı (enleme göre) [13]

ENLEM	20-25K	25-30K	30-35K	35-40K	40-45K	45-50K	50-55K
KUZEY	0,8146	0,7995	0,7578	0,7351	0,7654	0,8184	0,8487
K-DOĞU	1,4739	1,4626	1,4171	1,3716	1,4171	1,5194	1,5459
DOĞU	2,4439	2,4704	2,3378	2,2241	2,3113	2,4098	2,4174
G-DOĞU	2,6409	2,7129	2,4970	2,2848	2,3909	2,5235	2,5614
GÜNEY	2,3946	2,4439	2,1370	1,7884	1,9059	2,1256	2,1976
G-BATI	2,6409	2,7129	2,4970	2,2848	2,3909	2,5235	2,5614
BATI	2,4439	2,4704	2,3378	2,2241	2,3113	2,4098	2,4174
K-BATI	1,4739	1,4626	1,4171	1,3716	1,4171	1,5194	1,5459
EĞİMLİ	4,5961	4,5506	4,2399	3,9709	3,9785	4,0050	3,8799

KWH / M²GÜN

Tablo 4-4.Soğutma ayları (enlemlere göre) [4]

ENLEM	SOĞUTMA AYLARI	% GÜNEŞ
20-25K	12	80%
25-30K	11	80%
30-35K	9	65%
35-40K	7	65%
40-45K	5	65%
45-50K	4	65%
50-55K	4	60%

Gölgeleme Katsayısı

Gölgeleme katsayısı güneş enerjisinin camın içerisinden geçme oranıdır. Güneş enerjisi hem direk olarak camın içerisinden geçen enerji hemde camda yutularak içeri verilen enerjidir. Cam tiplerine göre gölgeleme katsayıları Tablo 4-5 ' de verilmiştir.[7] [9] [12]

Tablo 4-5.Gölgeleme katsayısı [7] [9] [12]

Cam tipi	K değeri	Gölgeleme katsayısı
Tekcam	6	0,94
Isıcam	2,8	0,81
Üçlü cam	2,1	0,75
Yansıtımlı ısıcam	2,8	0,55
Film kaplı tekcam	4,7	0,25
Film kaplı ısıcam	2,1	0,36
Film kaplı yansıtımlı ısıcam	2,1	0,29

5- CAM ÇEŞİTLERİNE GÖRE TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI

Bir bina için genelleme yapılırsa, binanın konumu, bulunduğu enlem, ısıtmada kullanılan yakıt tipi ve birim fiyatı, soğutmada kullanılan yakıt tipi ve birim fiyatı önemlidir. Tasarruf hesabında binanın bulunduğu enleme göre ısı kazancı ve soğutma ayları belirlenebilir. Karşılaştırmaların yapılabilmesi için varolan cam tiplerinin özellikleri ile kullanılacak cam tipinin özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Genellikle tekcamdan ısıcama, üçlü cama yada yansıtmalı ısıcama geçilir.

Pencere filmlerinde ise cam tipi değiştirilmez. Mevcut camın üzerine kaplandığı için tekcamın, ısıcamın ve yansıtmalı ısıcamın üzerinde rahatlıkla kullanılabilir. Pencere filmlerinde özellikle üzerinde durulması gereken nokta güneş enerjisinin camın içerisinden geçerek filmde yansıması esnasında camda depolanan ısı camın aşırı genişlemesine neden olmasıdır. Aşırı genişleyen cam doğrama nedeniyle çatlama yapabilir. Bu nedenle pencere film seçimlerinde dikkat edilecek ilk husus camın stress analizinin yapılmış olmasıdır. Bu esnada camların stress analizinin yapılması şarttır. Aşırı depolanan ısı enerjisi camın genişlemesine ve çatlamasına neden olur. Hesaplarda kullanacağımız pencere filmi için yukarıda saymış olduğumuz 3 cam tipi için stress analizi Amerikan 3M firması tarafından yapılmıştır.

Hesaplarda İstanbul ve Ankara illerimizde aynı binanın bulunduğu varsayılarak işlemler yürütülmüştür. Bu iki şehir arasındaki farklar dereceğin sayıları, doğal gaz birim fiyatlarıdır. Bu farkların ortaya çıkaracağı sonuç hesaplarda ve geri ödeme sürelerinde açık olarak görülmektedir.

Enerji tasarrufu hesabında genel bina bilgileri

İstanbul için :

1. 1.Binanın konumu İSTANBUL 40-45 KUZAY
2. Camların Yönleri ve Alanları m² :
 Kuzey 100_m² Güney 100_m²
 Doğu 100_m² Batı 100_m²
3. Isı Kaybı Bilgileri :
 Isıtma Derece Gün 2263
 Isıtma Tipi : DOĞAL_GAZ
 Isıtma Birim Maliyeti 8333 TL/m³
4. Isı Kazancı Bilgileri :
 Soğutma Gün Sayısı 30 GÜN
 Soğutma Ay Sayısı 5 AY % 65 GÜNEŞ
 Soğutma Maliyeti 3900 TL/kWh

Ankara için :

1. 2.Binanın konumu ANKARA 40-45 KUZAY
2. Camların Yönleri ve Alanları m² :
 Kuzey 100_m² Güney 100_m²
 Doğu 100_m² Batı 100_m²
3. Isı Kaybı Bilgileri :
 Isıtma Derece Gün 3058
 Isıtma Tipi : DOĞAL_GAZ
 Isıtma Birim Maliyeti 10615 TL/m³
4. Isı Kazancı Bilgileri :
 Soğutma Gün Sayısı 30 GÜN
 Soğutma Ay Sayısı 5 AY % 65 GÜNEŞ
 Soğutma Maliyeti 3900 TL/kWh

5- 1.ISITMA ENERJİ TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI

Bir önceki sayfada verilmiş değerler için İstanbul ve Ankara 'da düşünülen aynı iki binanın yapımında 6 çeşit cam tipi kullanımı ile sağlanacak tasarruf hesaplanmıştır. Bu hesapları EK-1. ' de bulabilirsiniz.

5- 2.SOĞUTMA ENERJİ TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI

Bir önceki sayfada verilmiş değerler için İstanbul ve Ankara 'da düşünülen aynı iki binanın yapımında 6 çeşit cam tipi kullanımı ile sağlanacak tasarruf hesaplanmıştır. Bu hesapları EK-2. ' de bulabilirsiniz.

5- 3.TASARRUF VE MALİYET AÇISINDAN GERİ ÖDEME SÜRELERİ

Geri ödeme sürelerinin önümüzdeki yıllar itibari ile tam olarak bulunabilmesi için hesapların \$ üzerinden yapılması kolaylık sağlar. Yapılan senelik tasarruf hesaplarında elde edilen TL cinsinden tasarruf \$ cinsine çevrilir. \$ ' ın senelik enflasyon oranı % 10 olarak kabul edilerek, hesaplar yürütülür. \$ kuru 60000 TL üzerinden hesaplanarak tasarruf ve maliyet (yatırım) bulunur. Yapılan hesapların \$ cinsine çevrilmiş hali aşağıda verilmiştir.Ayrıca vergi oranı % 35 alınmıştır.

Cam Tipi	Senelik Tasarruf İSTANBUL	Senelik Tasarruf ANKARA	Maliyet
Tekcam yerine Isıcam	\$1,833	\$2,488	\$8,800
Tekcam yerine Üçlü Cam	\$2,458	\$3,257	\$12,000
Tekcam yerine Yansıtmalı Isıcam	\$3,682	\$4,337	\$14,400
Pencere filmli Tekcam	\$5,276	\$5,542	\$8,000
Pencere filmli Isıcam	\$3,314	\$3,396	\$8,000
Pencere filmli Yansıtmalı Isıcam	\$1,963	\$2,044	\$8,000

Hesaplarda yatırım yapılan ilk sene göz önüne alınmaz. Bu nedenle 1. yıl enflasyon eklenerek elde edilir. Yatırımın yapıldığı sene tasarruf elde edilmediği için bir sonraki sene göz önüne alınır.

Amortisman hesaplarında 5 sene üzerinden hesap yapılmaktadır. 5 sene içinde kullanılan malzemenin kendini amorti edip etmediği bu hesaplarda görülebilir. Eğer amortisman ve geri ödeme süresi 5 seneyi aşıyorsa, 10 sene için aynı hesaplar tekrarlanır. Bu hesaplar bina tasarımı esnasında tam olarak yapılırsa, bina için en uygun malzeme tasarım esnasında bulunabilir. Eğer mevcut binalarda cam tipi değiştirilecekse, yine bu hesaplar kullanılarak, yapılacak yatırımın en kısa sürede geri kazanılacağı görülebilir. Bu seçim hem yatırım sahibi için hemde ülke ekonomisi için avantaj sağlar.

Bir önceki sayfada verilmiş değerler için İstanbul ve Ankara 'da düşünülen aynı iki binanın yapımında 6 çeşit cam tipi kullanımı ile sağlanacak senelik tasarruf hesaplanmıştır. Bu sonuçlar neticesinde 6 çeşit cam tipinin geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Bu hesapları EK-3.' de bulabilirsiniz.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılarda kullandığımız yakıtları milyarlarca dolar karşılığında ithal ettiğimiz bilinmektedir. Yurtdışına savurduğumuz bu paraları geri kazanma yollarını araştırmak ve bulmak son yılların en çok üzerinde durulması gereken konusu haline gelmiştir. Gümrük birliğine girdiğimiz şu günlerde dış piyasa ile rekabet ortamını yaratabilmemiz için tükettiğimiz enerjinin geri kazanılması ve tasarruf sağlanması zorunluluğu doğmuştur. Yurtdışına giden paraların ülke ekonomisine ne kadar zarar verdiğini hepimiz yakından takip etmekteyiz. Bu nedenle bu ülkenin insanları olarak ülke ekonomisine katkıda bulunmak bir vatandaşlık görevimizdir. Bu ülkeyi ayakta tutan en önemli unsurlar birlik, beraberlik, ödediğimiz vergiler ve bilinçli toplumdur.

Ülke ekonomisine katkıda bulunmanın ilk şartı ithal ettiğimiz yakıtları daha ekonomik kullanmaktır. Bu ortamı yaratabilmek için yapılarımızı enerji tasarrufuna katkıda bulunacak şekilde tasarlamak (yalıtmak) ve ısıtma sistemlerini verimli hale getirmek görevimizdir. Yapılarda en çok enerji kaybının pencerelerden olduğu göz önüne alınırsa, bu kısımların üzerinde biraz daha hassas davranılmalıdır. Tezde görüleceği üzere çeşitli pencere tiplerinin sağladığı tasarruf ve geri ödeme süreleri yaklaşıktaki hesaplanmış ve tasarrufun boyutları görülmüştür. Yapılarımızı yetersiz malzemelerle inşaa etmenin hem cebimize hemde ülke ekonomisine ne kadar zarar verdiği açık olarak vurgulanmıştır. Yalıtım değerleri yüksek olan malzemelerin kullanımının sağladığı avantajlar göz ardı edilemeyecek kadar çoktur.

Çevremize baktığımızda yeni yapılan binaların çoğunda pvc pencere sistemi ve ısıcamların kullanımı artmıştır. Yararları görüldükçe kullanımının dahada yayınlacacağı bir gerçektir. Bunun için merkezi idarelere ve yerel idarelere çok büyük görevler düşmektedir. Bu malzemelerin yaygınlaşabilmesi için kararlı tavır sergilemeleri ve belirlenen enerji tasarruf politikasının maddelerini birer birer hayata

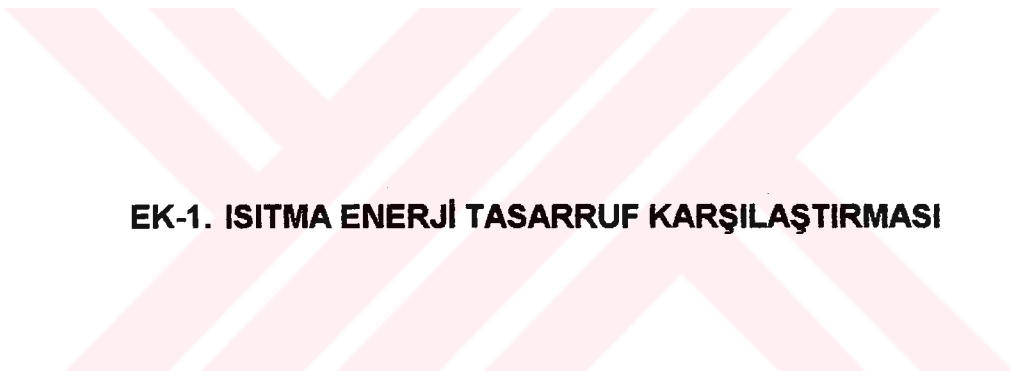
geçirmelidirler. Bina için verilen ruhsatlarda bu malzemenin kullanılması zorunluluk haline getirilmelidir . Ayrıca bu malzemeleri kullanılması özendirilmelidir.

Yapılan hesaplarda pencerelerin iyileştirilmesi için harcanan paraların sağladığımız enerji tasarrufu sayesinde tekrar geri döndüğü belirlenmiştir. Bu sayede harcadığımız az enerjinin yurtdışına giden paraların ülke bütçesinde kalması sevindiricidir. Çok yakıt harcayan binalardan ek vergi alınması, az yakıt harcayan binalardan ise vergi indirimine gidilmesi bu yolda ilk adım olacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] DİLMAÇ, Ş., Türkiye 'de Konut Sektöründe Enerji Tasarrufu, Makina Mühendisleri Odası Teknik Yayını, İstanbul, 1995.
- [2] TIRIS, M., Türkiye 'de Konut Sektöründe Enerji Tasarrufu, Makina Mühendisleri Odası Teknik Yayını, İstanbul, 1995.
- [3] ÜLGEN, K., Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması, Makina Mühendisleri Odası Teknik yayını, İstanbul, 1995.
- [4] DAĞSÖZ, A.K., Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi, İstanbul, 1991
- [5] DAĞSÖZ, A.K., Türkiye ' de Derece Gün Sayıları Ulusal Enerji Tasarruf Politikası Yapılarda Isı Yalıtımı, İstanbul, 1995
- [6] Doğal Gaz Dergisi, İstanbul, Kasım 1995.
- [7] 3M Energy Control Product Dealer Training Manuel, 1986.
- [8] ÖZER, M., Yapılarda Isı - Su Yalıtımları, İstanbul, 1982.
- [9] HUMBARACI, İ., Isı Yalıtımı, Yılmaz Ofset Basım Evi, İstanbul, 1981.
- [10] ZERER, A.C., Cam Yalıtımı, İstanbul, 1981
- [11] Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, Makina Mühendisleri Odası Teknik Yayınları, İstanbul, 1989
- [12] ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1985.
- [13] Pimapen yayınları, İstanbul, 1996



EK-1. ISITMA ENERJİ TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI

Tek Cam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL		K değeri W/m ² K	K değeri Farkı	Isıtma Derece Gün	Cam Alanı	Saat Gün	Tasarruf kWh	Yakıt Dönüşüm Faktörü m ³ /kWh	Enerji Birimi Tasarruf m ³	Birim Fiyat TL/m ³	Toplam Tasarruf
Tek Cam	6	4,7	1,3	2263	400	24	28242	0,09407	2657	8333	22.139.383 TL
	Film Kaplı Tek Cam										

ANKARA		K değeri W/m ² K	K değeri Farkı	Isıtma Derece Gün	Cam Alanı	Saat Gün	Tasarruf kWh	Yakıt Dönüşüm Faktörü m ³ /kWh	Enerji Birimi Tasarruf m ³	Birim Fiyat TL/m ³	Toplam Tasarruf
Tek Cam	6	4,7	1,3	3058	400	24	38164	0,09407	3590	10615	38.109.834 TL
	Film Kaplı Tek Cam										

Yansıtmalı Isıcam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	K değeri W/m2K	K değeri Farkı	Isıtma Derece Gün	Cam Alanı	Saat Gün	Tasarruf kWh	Yakıt Dönüşüm Faktörü m3/kWh	Enerji Birimi Tasarruf m3	Birim Fiyat TL/m3	Toplam Tasarruf
	2,8	0,4	2263	400	24	8690	0,09407	817	8333	6.812.118 TL
	2,4									
Yansıtmalı Isıcam										
Film Kaplı Yansıtmalı Isıcam										

ANKARA	K değeri W/m2K	K değeri Farkı	Isıtma Derece Gün	Cam Alanı	Saat Gün	Tasarruf kWh	Yakıt Dönüşüm Faktörü m3/kWh	Enerji Birimi Tasarruf m3	Birim Fiyat TL/m3	Toplam Tasarruf
Yansıtmalı Isıcam	2,8	0,4	3058	400	24	11743	0,09407	1105	10615	11.726.103 TL
Film Kaplı Yansıtmalı Isıcam	2,4									



EK-2. SOĞUTMA ENERJİ TASARRUF KARŞILAŞTIRMASI

Tek Cam Yerine Isıcam Kullanımı ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL		Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
KUZEY		100	0,7654	150	0,13	1493	14223	3900	55.470.110 TL
DOĞU		100	2,3113	150		4507			
GÜNEY		100	1,9059	150		3717			
BATI		100	2,3113	150		4507			

ANKARA		Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
KUZEY		100	0,7654	150	0,13	1493	14223	3900	55.470.110 TL
DOĞU		100	2,3113	150		4507			
GÜNEY		100	1,9059	150		3717			
BATI		100	2,3113	150		4507			

Tek Cam Yerine Üçlü Cam Kullanımı ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,19	2181	20788	3900	81.071.699 TL
	DOĞU	2,3113	150		6587			
	GÜNEY	1,9059	150		5432			
	BATI	2,3113	150		6587			

ANKARA	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,19	2181	20788	3900	81.071.699 TL
	DOĞU	2,3113	150		6587			
	GÜNEY	1,9059	150		5432			
	BATI	2,3113	150		6587			

Tek Cam Yerine Yansıtılmalı Isıcam Kullanımı ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	Cam Alanı m2	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	100	0,7654	0,39	4478	42669	3900	166.410.329 TL
	DOĞU	100	2,3113		13521			
	GÜNEY	100	1,9059		11150			
	BATI	100	2,3113		13521			

ANKARA	Cam Alanı m2	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	100	0,7654	0,39	4478	42669	3900	166.410.329 TL
	DOĞU	100	2,3113		13521			
	GÜNEY	100	1,9059		11150			
	BATI	100	2,3113		13521			

Tek Cam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	Cam Alanı m ²	Ogkık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,69	7922	75492	3900	294.418.274 TL
	DOĞU	2,3113	150		23922			
	GÜNEY	1,9059	150		19726			
	BATI	2,3113	150		23922			

ANKARA	Cam Alanı m ²	Ogkık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,69	7922	75492	3900	294.418.274 TL
	DOĞU	2,3113	150		23922			
	GÜNEY	1,9059	150		19726			
	BATI	2,3113	150		23922			

Isıcam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,45	5166	49234	3900	192.011.918 TL
	DOĞU	2,3113	150		15601			
	GÜNEY	1,9059	150		12865			
	BATI	2,3113	150		15601			

ANKARA	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,45	5166	49234	3900	192.011.918 TL
	DOĞU	2,3113	150		15601			
	GÜNEY	1,9059	150		12865			
	BATI	2,3113	150		15601			

Yansıtımlı Isıcam Pencere Üzerine Filmi Kaplanması ile Sağlanacak Yakıt Tasarrufu

İSTANBUL	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,26	2985	28446	3900	110.940.219 TL
	DOĞU	2,3113	150		9014			
	GÜNEY	1,9059	150		7433			
	BATI	2,3113	150		9014			

ANKARA	Cam Alanı m ²	Oggık	Soğutma Gün/yıl	Gölgeleme Katsayısı Farkı	Tasarruf kWh	Toplam Tasarruf kWh	Soğutma Enerji Birim Fiyatı TL/kWh	Toplam Tasarruf TL
	KUZEY	0,7654	150	0,26	2985	28446	3900	110.940.219 TL
	DOĞU	2,3113	150		9014			
	GÜNEY	1,9059	150		7433			
	BATI	2,3113	150		9014			

**EK-3. TASARRUF VE MALİYET AÇISINDAN GERİ ÖDEME
SÜRELERİ**

Tasarruf ve Maliyet Yönünden Karşılaştırma

İSTANBUL			Tekcam Yerine	Tekcam Yerine	Tekcam Yerine	Pencere Filmlili	Pencere Filmlili	Pencere Filmlili
			Isıcam	Üçlü Cam	Yansıtmalı	Tekcam	Isıcam	Yansıtmalı
Isıtmada	TL	54.496.943	66.418.149	54.496.943	22.139.383	6.812.118	6.812.118	6.812.118
	\$	908	1.107	908	369	114	114	114
Soğutmada	TL	55.470.110	81.071.699	166.410.329	294.418.274	192.011.918	192.011.918	110.940.219
	\$	925	1.351	2.774	4.907	3.200	3.200	1.849
Senelik	TL	109.967.053	147.489.848	220.907.272	316.557.657	198.824.036	198.824.036	117.752.337
	\$	1.833	2.458	3.682	5.276	3.314	3.314	1.963
Uygulama	TL	528.000.000	720.000.000	864.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000
	\$	8.800	12.000	14.400	8.000	8.000	8.000	8.000

Yukarıdaki hesaplarda,
 Isıcam Birim Fiyatı \$ 22.-/m² , Üçlücam Birim Fiyatı \$ 30.-/m²
 Yansıtmalı Isıcam Birim Fiyatı \$ 36.-/m² , Pencere Filmi Birim Fiyatı \$ 20.-/m²
 Döviz Kuru 60.000 TL/\$ alınmıştır.

Tasarruf ve Maliyet Yönünden Karşılaştırma

ANKARA	Tekcam Yerine Isıcam		Tekcam Yerine Üçlü Cam		Tekcam Yerine Yansıtılmalı Isıcam		Pencere Filmli Tekcam		Pencere Filmli Isıcam		Pencere Filmli Yansıtılmalı Isıcam	
Isıtmada Tasarruf	TL	93.808.823	114.329.502	93.808.823	38.109.834	11.726.103	11.726.103	11.726.103	11.726.103	11.726.103	11.726.103	11.726.103
	\$	1.563	1.905	1.563	635	195	195	195	195	195	195	195
Soğutmada Tasarruf	TL	55.470.110	81.071.699	166.410.329	294.418.274	192.011.918	192.011.918	192.011.918	192.011.918	192.011.918	192.011.918	192.011.918
	\$	925	1.351	2.774	4.907	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Senelik Tasarruf	TL	149.278.933	195.401.201	260.219.152	332.528.108	203.738.021	203.738.021	203.738.021	203.738.021	203.738.021	203.738.021	203.738.021
	\$	2.488	3.257	4.337	5.542	3.396	3.396	3.396	3.396	3.396	3.396	3.396
Uygulama Maliyeti	TL	528.000.000	720.000.000	864.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000	480.000.000
	\$	8.800	12.000	14.400	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000

Yukarıdaki hesaplarda,
 Isıcam Birim Fiyatı \$ 22.-/m² , Üçlücam Birim Fiyatı \$ 30.-/m²
 Yansıtılmalı Isıcam Birim Fiyatı \$ 36.-/m² , Pencere Filmi Birim Fiyatı \$ 20.-/m²
 Döviz Kuru 60.000 TL/\$ alınmıştır.

Tek Cam Yerine Isıcam Kullanılması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$2.016	\$2.218	\$2.440	\$2.684	\$2.952
Amortisman (-)	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760
	\$256	\$458	\$680	\$924	\$1.192
Vergi %35	\$90	\$160	\$238	\$323	\$417
	\$167	\$298	\$442	\$600	\$775
Nakit Akışı	\$167	\$298	\$442	\$600	\$775
Amortisman (+)	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760
	\$1.927	\$2.058	\$2.202	\$2.360	\$2.535
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$11.081				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	4,01	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$2.737	\$3.010	\$3.312	\$3.643	\$4.007
Amortisman (-)	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760
	\$977	\$1.250	\$1.552	\$1.883	\$2.247
Vergi %35	\$342	\$438	\$543	\$659	\$786
	\$635	\$813	\$1.008	\$1.224	\$1.461
Nakit Akışı	\$635	\$813	\$1.008	\$1.224	\$1.461
Amortisman (+)	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760	\$1.760
	\$2.395	\$2.573	\$2.768	\$2.984	\$3.221
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$13.940				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	3,36	Sene			

Tek Cam Yerine Üçlü Cam Kullanılması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$2.704	\$2.974	\$3.272	\$3.599	\$3.959
Amortisman (-)	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400
	\$304	\$574	\$872	\$1.199	\$1.559
Vergi %35	\$106	\$201	\$305	\$420	\$546
	\$197	\$373	\$567	\$779	\$1.013
Nakit Akışı	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400
Amortisman (+)	\$2.597	\$2.773	\$2.967	\$3.179	\$3.413
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$14.930				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	4,14	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$3.583	\$3.941	\$4.335	\$4.769	\$5.245
Amortisman (-)	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400
	\$1.183	\$1.541	\$1.935	\$2.369	\$2.845
Vergi %35	\$414	\$539	\$677	\$829	\$996
	\$769	\$1.002	\$1.258	\$1.540	\$1.850
Nakit Akışı	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400	\$2.400
Amortisman (+)	\$3.169	\$3.402	\$3.658	\$3.940	\$4.250
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$18.417				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	3,45	Sene			

Tek Cam Yerine Yansıtımlı Isıcam Kullanılması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$4.050	\$4.455	\$4.901	\$5.391	\$5.930
Amortisman (-)	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880
	\$1.170	\$1.575	\$2.021	\$2.511	\$3.050
Vergi %35	\$410	\$551	\$707	\$879	\$1.067
	\$761	\$1.024	\$1.313	\$1.632	\$1.982
Nakit Akışı	\$761	\$1.024	\$1.313	\$1.632	\$1.982
Amortisman (+)	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880
	\$3.641	\$3.904	\$4.193	\$4.512	\$4.862
Toplam Tasarruf	\$21.112				
Geri Ödeme Süresi	3,59	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$4.771	\$5.248	\$5.773	\$6.350	\$6.985
Amortisman (-)	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880
	\$1.891	\$2.368	\$2.893	\$3.470	\$4.105
Vergi %35	\$662	\$829	\$1.012	\$1.214	\$1.437
	\$1.229	\$1.539	\$1.880	\$2.255	\$2.668
Nakit Akışı	\$1.229	\$1.539	\$1.880	\$2.255	\$2.668
Amortisman (+)	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880	\$2.880
	\$4.109	\$4.419	\$4.760	\$5.135	\$5.548
Toplam Tasarruf	\$23.972				
Geri Ödeme Süresi	3,22	Sene			

Tek Cam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$5.804	\$6.384	\$7.022	\$7.725	\$8.497
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$4.204	\$4.784	\$5.422	\$6.125	\$6.897
Vergi %35	\$1.471	\$1.674	\$1.898	\$2.144	\$2.414
	\$2.732	\$3.110	\$3.525	\$3.981	\$4.483
Nakit Akışı	\$2.732	\$3.110	\$3.525	\$3.981	\$4.483
Amortisman (+)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$4.332	\$4.710	\$5.125	\$5.581	\$6.083
Toplam Tasarruf	\$25.831				
Geri Ödeme Süresi	1,79	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$6.096	\$6.706	\$7.376	\$8.114	\$8.925
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$4.496	\$5.106	\$5.776	\$6.514	\$7.325
Vergi %35	\$1.574	\$1.787	\$2.022	\$2.280	\$2.564
	\$2.923	\$3.319	\$3.755	\$4.234	\$4.762
Nakit Akışı	\$2.923	\$3.319	\$3.755	\$4.234	\$4.762
Amortisman (+)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$4.523	\$4.919	\$5.355	\$5.834	\$6.362
Toplam Tasarruf	\$26.992				
Geri Ödeme Süresi	1,71	Sene			

Isıcam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$3.645	\$4.010	\$4.411	\$4.852	\$5.337
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$2.045	\$2.410	\$2.811	\$3.252	\$3.737
Vergi %35	\$716	\$843	\$984	\$1.138	\$1.308
	\$1.330	\$1.566	\$1.827	\$2.114	\$2.429
Nakit Akışı	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
Amortisman (+)	\$2.930	\$3.166	\$3.427	\$3.714	\$4.029
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$17.266				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	2,56	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$3.736	\$4.109	\$4.520	\$4.972	\$5.469
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$2.136	\$2.509	\$2.920	\$3.372	\$3.869
Vergi %35	\$747	\$878	\$1.022	\$1.180	\$1.354
	\$1.388	\$1.631	\$1.898	\$2.192	\$2.515
Nakit Akışı	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
Amortisman (+)	\$2.988	\$3.231	\$3.498	\$3.792	\$4.115
	=====	=====	=====	=====	=====
Toplam Tasarruf	\$17.624				
	=====				
Geri Ödeme Süresi	2,51	Sene			

Yansıtımlı Isıcam Üzerine Pencere Filmi Kaplanması

İSTANBUL

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$2.159	\$2.375	\$2.613	\$2.874	\$3.161
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$559	\$775	\$1.013	\$1.274	\$1.561
Vergi %35	\$196	\$271	\$354	\$446	\$547
	\$364	\$504	\$658	\$828	\$1.015
Nakit Akışı	\$364	\$504	\$658	\$828	\$1.015
Amortisman (+)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$1.964	\$2.104	\$2.258	\$2.428	\$2.615
Toplam Tasarruf	\$11.369				
Geri Ödeme Süresi	3,69	Sene			

ANKARA

	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Tasarruf	\$2.248	\$2.473	\$2.721	\$2.993	\$3.292
Amortisman (-)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$648	\$873	\$1.121	\$1.393	\$1.692
Vergi %35	\$227	\$306	\$392	\$487	\$592
	\$421	\$568	\$728	\$905	\$1.100
Nakit Akışı	\$421	\$568	\$728	\$905	\$1.100
Amortisman (+)	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600	\$1.600
	\$2.021	\$2.168	\$2.328	\$2.505	\$2.700
Toplam Tasarruf	\$11.722				
Geri Ödeme Süresi	3,59	Sene			

ÖZGEÇMİŞ

28 Nisan 1970 yılında İstanbul ' da doğdu. Lise tahsilini Beşiktaş Atatürk Lisesinde tamamladı. Lise yıllarında tübitak yarışmalarına matematik dalında 2 kez, kimya dalında ise 1 kez katıldı. 1987 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünü kazandı. Bu bölümün enerji programından 1991 yaz yarıyılında 11. olarak mezun oldu.

