

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE’DE MEVCUT YAPILARIN
ENERJİ ETKİNLİĞİNİ İYİLEŞTİRMEYE
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Meltem IŞIK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

GEBZE
2007

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE MEVCUT YAPILARIN
ENERJİ ETKİNLİĞİNİ İYİLEŞTİRMEYE
YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Meltem IŞIK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Tülay ESİN

GEBZE
2007

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: Türkiye’de Mevcut Yapıların Enerji Etkinliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Çalışma

YAZAR ADI : Meltem IŞIK

İnsan nüfusunun hızla artması ve doğanın artık insan ihtiyaçlarını karşılamakta giderek zorlanması tasarruf ve enerji etkinliği kavramlarını insanlığın gündemine daha fazla sokmaktadır. Küreselleşme süreci de hesaba katıldığında hayatın her alanında az ama verimli tüketmek, dünyanın tüm ülkeleri için vazgeçilmez değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir iş yapabilme kapasitesi olarak tarif edilebilen enerjinin etkin kullanılması da bu bağlamda tüm dünya’da çok önemli bir yere sahiptir. Enerji, hayatımızın artık ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte, doğal kaynakların hızla tükenmesi, çevrenin her geçen gün biraz daha kirlenmesi, enerji kullanımı için yüksek miktarda paraların ödenmesi; sadece enerjinin temin edilmesini değil enerjinin etkin kullanılmasını, kayıpların asgariye indirilerek aynı miktar enerjiden daha fazla fayda sağlanmasını çok daha önemli hale getirmiştir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüm ülkeler, mümkün olan en az enerji ile mümkün olan en büyük verimi sağlamak için çalışmalar yürütmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de yüksek oranda enerji tüketimine sahip yapıların, enerji tüketimini etkileyen faktörleri ortaya koymak ve mevcut yapılardaki enerji etkinliğini iyileştirmeye yönelik öneriler sunmaktır. Çalışmanın birinci bölümünde bu amaç ve çalışma yönteminden bahsedilmektedir.

İkinci bölümde yapılardaki enerji tüketiminin önemi ve dünyadaki toplam enerji tüketimi içindeki yeri, enerji tüketiminin olumsuz etkileri ve bu konuyla ilgili yasal düzenlemeler ve mevzuatlar açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde yapılarda enerji tüketimini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bunlar yapının dış kabuğunda, çatısında, pencere ve kapılarda, dışarı açılan ve altındaki hacimleri ısıtılmayan döşemelerde meydana gelen ısı kayıpları, ısıtma sistemlerinin yakıt cinslerine göre farklılıkları da enerji tüketimini etkileyen önemli bir unsurdur. Güneş sistemlerinden yararlanmak enerji kayıplarını aza

indirgeyecektir. Yapının Yönlenme ve Biçimlenme Faktörleri, yapının yeri, yapının diğer yapılara göre konumu, yapının boyutları ve biçim faktörü, yapının yönleniş durumu gibi kriterler de enerji tüketiminde belirleyici faktörler olarak sıralanmaktadır.

Mevcut yapı stoğunun enerji etkinliğinin iyileştirilmesi ile Türkiye'nin toplam enerji tüketiminin önemli ölçüde azalacağı tahmin edilmektedir. Dördüncü bölümde mevcut yapıların enerji etkinliğini iyileştirme yöntemleri araştırılarak bu konu ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

Özellikle ülkemiz gibi sanayileşme ve gelişme sürecini devam ettirirken enerjiye her geçen gün daha fazla ihtiyaç duyan ülkelerde nüfus artışı ve teknolojinin enerji bağımlı olarak gelişerek hayatımıza girmesi, bu enerji ihtiyaçlarının artmasına katkıda bulunmaktadır. Enerji ihtiyaçlarının artması ve etkin enerji kullanılmaması sonucunda; hava kirliliği artmaktadır. Global anlamda hava kirliliğindeki bu artma, kendisini küresel ısınma ve iklim değişikliği ile gösterir. Küresel ısınma ve hava kirliliği gibi günümüzün en büyük sorunlarına karşı yapılan bu yönlü çalışmalar ışığında çözümler üretip bu çözüm yöntemlerini uygulamaya geçirmek daha kolay hale gelecektir.

Anahtar kelimeler: Yapı, enerji tüketimi, enerji etkinliği.

SUMMARY

THESIS TITLE : The study about developing the energy efficiency of existing building in Turkey

WRITER NAME: Meltem IŞIK

Efficiency and savings are getting important in these days because of human population improve very fast and to correspond human necessity getting difficult for nature. Especially when we think about globalization process, minimum but efficiency exhaustion is getting indispensable value in every space of life and all countries. In these case, productive use of energy, which known as capacity to do a job, is very important for the entire world. Energy is integral part of our life ever. However, natural resources consume very fast, environment is getting dirty in every day, and we spend a lot of money for using energy. When we think about in these cases, productive uses of energy and to get more benefit from same amount energy are very important from previous. All of the countries but especially developed countries work to have maximum efficiency with minimum energy. (Özdemir 2005)

The purpose of this study is to display, the effects of energy consumption of the buildings which have high energy exhaustion and also advance proposals to get better energy activity in existing buildings in Turkey. In first chapter of the study explain this purpose and working process.

In the second chapter explains importance of energy consumption in buildings and relative position within total energy exhaustion in the world, negative effects of energy consumption and legal arrangements and legislations in this topic.

In third chapter of the study is to display, architectural effects of energy consumption in the buildings. The windows, doors, roofs and heating systems are very important effect for energy consumption. Benefit of the sun, reduce energy losses. Other effective marks of energy consumption are building place, positions of building according to the other construction.

The existing construction stocks improve very important for total energy consumption in Turkey. The fourth chapter explains, working process for improving energy activity in the existing buildings.

Especially, developing countries as Turkey increase demand for energy and population assist in energy consumption. The increase demand for energy and use nonproductive energy are getting air pollution. In these situations causes global warming and climate change.

Key Words: Building, Energy consumption, Energy efficiency

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca pek çok konuda katkıda bulunup destek olan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Tülay ESİN'e, yardımlarını esirgemeyen Fadime BAZZAL'a, Tuğba AYDEMİR'e, ve manevi desteğinden dolayı eşim Deniz Günzat IŞIK'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xiv
RESİMLER DİZİNİ	xv
GRAFİKLER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi	1
1.2. Çalışmanın amacı ve İzlenen Yöntem	2
2. YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİ	3
2.1. Dünya’da Ve Türkiye’de Enerji Tüketimi	3
2.2. Enerji Tüketiminin Olumsuz Etkileri	6
2.3. Yapılarda Enerji Tüketimi	7
2.4. Dünyada ve Türkiye’de Yapılarda Enerji Etkinliği Ve Bununla İlgili Uygulamalar-Düzenlemeler / Mevzuatlar	16
2.4.1. Binalarda Enerji Performansı Direktifi	16
2.4.2. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	17
2.4.3. Binalarda Isı Yalıtım Standart ve Yönetmeliği (TS 825 standardı)	18
2.4.4. Enerji Verimliliği Yasası	19
2.4.5. Mevcut Binalarda Enerji Tasarrufu Yönetmeliği Çalışmaları	21

3. TÜRKİYE'DE YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	22
3.1. Isı Kayıpları	22
3.1.1. Duvarlarla İlgili Sorunlar	23
3.1.2. Çatılarla İlgili Sorunlar	25
3.1.3. Pencerelele İlgili Sorunlar	26
3.1.4. Döşemelerle İlgili Sorunlar	28
3.2. Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıt Türleri	28
3.3. Güneş Sistemlerinden Yararlanma	32
3.4. Yapının Yönlenme ve Biçimlenme Faktörleri	34
3.4.1. Yapının Yeri	34
3.4.2. Yapının Diğer Binalara Göre Konumu	34
3.4.3. Yapının Boyutları ve Biçim faktörü	35
3.4.4. Yapının Yönlendiriliş Durumu	35
3.5. Bölüm Sonucu	35
4. MEVCUT YAPILARDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	38
4.1. Enerji Etkin Yapı Tasarım Yöntemleri	38
4.1.1. Yapının Optimum Yönlendirilmesi	39
4.1.2. Uygun Yapı Biçimlenmesi/Formu	40
4.1.3. Yüksek Optiksel ve Termofiziksel Performanslı Yapı Kabuğu Tasarımı	40
4.1.4. Pasif Güneş Tasarım Yöntemlerinin Kullanılması	41
4.1.5. Enerji Etkin Malzeme Seçimi	49
4.1.6. Doğal Aydınlatma ve Doğal Havalandırma Sağlanması	50
4.2. Mevcut Yapılarda Enerji Etkinliğini İyileştirilme Önerileri	51
4.2.1. Yapılarda Isı Yalıtımı Yapılması	51
4.2.2. Mevcut Yapılarda Güneş Enerjisinin Kullanılması	66
4.2.3. Yapılarda Enerji Etiketlemeleri Uygulaması	79
4.2.4. Bina Otomasyon Sistemlerinin Uygulanması	81
4.2.5. Yakıt Özelliklerinin İyileştirilmesi/Değiştirilmesi	83
4.2.6. Dönüşüm Sistemlerinin Özelliklerinin İyileştirilmesi /Değiştirilmesi	84

4.2.7. Mali Teşvikler	85
4.2.8. Kullanıcının Bilinçlendirilmesi	86
4.2.9. Ar-Ge ve Eğitim Çalışmaları	87
4.2.10. Yapısal Kurumsal Düzenlemeler	88
4.2.11. Mevcut Yapılara Yönelik Mevzuatların ve Yasal Düzenlemelerin Yapılması	88
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	90
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
BAS	Building Automation Systems
BMS	Building Management Systems
BM	Birleşmiş Milletler
BOS	Bina Otomasyon Sistemleri
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
EJ	Exa Joule
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EURIMA	European Insulation Manufacturers Association
FMS	Facility Management Systems
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
KEP	Kilogram Petrol Eşdeğeri
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği Kalkınma Örgütü)
PV	Fotovoltaik Piller
PVC	Polyvinyl Chloride
TEP	Ton Petrol Eşdeğeri
UETM	Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi
XPS	Ekstrüde Polistren

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Yapılarda Yaşam Döngüsü	8
3.1. Çok Katlı Yapılarda Isı Kayıpları	23
3.2. Pencerelerdeki Isı Kayıpları	27
4.1. Bina Yönlendiriliş Durumları	39
4.2. Doğrudan Kazanç Sistemi	42
4.3. Isısal Kütle Duvarın (Trombe Walls) Gece Ve Gündüz Çalışması	43
4.4. Yalıtılmış Kazanç Sisteminin Gece Ve Gündüz Çalışması	45
4.5. Pencerelerde Hava Akışını Hızlandıran Rüzgar Kanatları	46
4.6. Isısal Baca İle Havalandırma Ve Soğutma Sağlanması	47
4.7. Güneş Odasının Soğutma Ve Havalandırma Amaçlı Kullanımı	48
4.8. Isısal Kütle Duvarın Soğutma Ve Havalandırma Amaçlı	49
4.9. Isı Yalıtım Malzemesinin Uygulama Yerine Göre Duvarlarda Isı Depolama	55
4.10. Berrak Tek Cam Ünitesinde Enerji Etkin Özellikler	57
4.11. Bronz Veya Gri Boyalı Tek Cam Ünitesinin Enerji Etkin Özellikleri	58
4.12. Bronz Veya Gri Boyalı Çift Cam Ünitesinin Enerji Etkin Özellikleri	59
4.13. Yüksek Performanslı Renkli Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri	59
4.14. Yüksek Güneş Kazançlı Low-E Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri	60
4.15. Düşük Güneş Kazançlı Low-E Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri	61
4.16. Soğuk Ve Sıcak Çatı Yalıtım Detayları	64
4.17. Teras Çatı Yalıtım Detayı	64
4.18. Temel Perde Duvarlarında ve Zeminde Isı Yalıtımı	65
4.19. Güneş Kolektörleriyle Yapıda Sıcak Su Temini	68
4.20. Güneş Kolektörleriyle Yapıda Yerden Isıtma sağlanması.	68

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
2.1. Dünya Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı	4
2.2. Bazı Ülkelerdeki Kişi Başına Enerji Tüketimleri	5
2.3. Bazı Ülkelerdeki Enerji Yoğunlukları	6
2.4. Konut Sektörü Enerji Tüketimi	14
2.5. Konut Sektörü Enerji Talep Tahminleri	14
2.6. Sektörel Enerji Tüketimi	15
3.1. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli	33
4.1. Örnek Yapının Yalıtımlı ve Yalıtımsız Durumunda Tüketilebilecek Yıllık Yaklaşık Yakıt Miktarı ve Maliyeti	53
4.2. Yalıtım Derecelerine Göre Isı İhtiyacı	53
4.3. Demonstrasyon Projelerinin Listesi	67
4.4. Bazı Ülkelerde Gerçekleşen Nihai Enerji Kullanımının Dağılımı	81

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
4.1. Mevcut Bir Yapıya Dıştan Isı Yalıtım Uygulanması	55
4.2. Mevcut Yapılara Çatı Yalıtımı Uygulanması	66
4.3. Güneş Kolektörü Kullanan Bir Yapı	70
4.4. Kapatılmış Cam Balkon	71
4.5. Çatısı Güneş Pili Kaplı Bir Ev	75
4.6. Güneş Pilleri ile Sokak Aydınlatması	75

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik	Sayfa
2.1. Sektörel Enerji Tüketimi	12
3.1. Duvarlarda Meydana Gelen Enerji Kaybı	25
3.2. Enerji Etkin Pencere Türlerine Göre Örnek Bir Evin Yıllık Isınma Maliyetinde Azalma Oranları	27
3.3. Enerji Etkin Pencere Türlerine Göre Örnek Bir Evin Yıllık Soğutma Maliyetinde Azalma Oranları	28
3.4. Sobalı Konutlarda Kullanılan Yakıt Türleri	31
3.5. Kaloriferli Konutlarda Kullanılan Yakıt Türleri	32
3.6. Isıtma Sistemleri	32
3.7. Konutlarda Kullanılan Cam Tipleri	36
3.8. Konutlarda Kullanılan Pencere Doğrama Tipleri	36
4.1. Standart Bir Evde Kullanılan İlk 15 Yapı Malzemesinin Yaşam Döngüsünde Enerji Tüketimi	50
4.2. Yenileme Projelerinin İlk Yatırım Maliyetleri	76
4.3. Kolektör Sistemleri İçin İlk Yatırım Maliyetlerinin Karşılaştırılması	76
4.4. TI Ve Öteki Güneş Kontrol Sistemlerinin İlk Yatırım Maliyetleri	77
4.5. Mahal Isıtması(HW) Ve Sıcak Su Isıtılması(DHW) İçin Yıllık Enerji Değerleri	77
4.6. Yıllık Enerji Üretimi	78
4.7. TI Ve Elemanlar Ve Cam Cephelerde Enerji Tasarrufu Ve Güneş Kazancı	78

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi

Teknolojinin gelişmesiyle her geçen yıl insanlar enerjiye daha bağımlı hale gelmektedir. Gerek söz konusu bağımlılık, gerekse enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması enerjinin değerini her geçen yıl arttırmaktadır. Enerji, teknolojinin hızla geliştiği günümüz de, hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte, doğal kaynaklarımızın hızla tükenmesi, fosil yakıtların sonuna gelineceğinin tahmin edilmesi, fosil yakıt kullanımından ortaya çıkan hava kirliliği, çevre kirliliği ile birlikte ekolojik dengenin bozulmaya başlaması, bunlara paralel olarak sera gazı oluşumları, iklim değişikliği ve küresel ısınmaya sebebiyet verilmesi gibi sorunlar son yıllarda insan neslini tehdit edici ciddi boyutlara ulaşmaya başlamıştır. Enerji üretiminin yüksek maliyeti de bu sorunlara eklenince enerji tasarrufu konusunda çok daha duyarlı olmak kaçınılmazdır.

Enerjinin kullanıldığı her sektörde zamanla toplumların taleplerinin artması sonucunda enerjinin değeri artmış ve bir çok yatırımın değerlendirilmesinde enerji tüketimi seçim kriteri haline gelmiştir (Özcan, 2005). Bugün istatistikler, dünyadaki enerjinin büyük bölümünün sanayide ve konutlarda tüketildiğini göstermektedir. 2003 yılı verilerine göre ülkemizdeki toplam nihai enerji tüketiminde yapılar % 30'luk pay almıştır(ÇOB, 2005).

Enerjinin etkin kullanımı, kalite ve performansı düşürmeden bir mal veya hizmeti elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılmasıdır. Enerjinin etkin kullanımı sonucunda sağlanacak enerji tasarrufunun, en hızlı ve en ucuz elde edilen bir enerji kaynağı olduğu bugün bütün dünyada kabul edilmektedir (Korucu, 2005).

Özellikle artan nüfus, şehirlerin büyümesini ve yeni yerleşim birimlerinin doğmasını beraberinde getirmiştir. İnsanların barınma ihtiyacını karşılamak için sürekli yeni konutlar yapılmıştır. Mevcut yapı stokunun büyük bir kısmını konutlar oluşturmaktadır. Yapıda kullanılan enerji miktarı kullanıcı alışkanlıkları ile birlikte; yapının güneşe yönelimi, mimari tasarım, malzeme kararları ve detaylar gibi tasarım sürecinde alınan kararlarla ilişkilidir. Ancak Türkiye’de birim hacmi ısıtmak için harcanan enerji Almanya’dan %50, Amerika’dan %60, İsveç’ten %73 daha fazladır.

Bu rakamlar Türkiye’de daha bilinçli yapı üretilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır(İnternet 1).

Yeni yapıların yanı sıra özellikle mevcut yapılardaki enerji tüketimi ayrıntılı olarak üzerinde durulması gereken bir konudur. Bugün tüm dünyada yeni yapılarda uygulanmaya çalışılan enerji etkin tasarım yöntemleri ile başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir, ancak mevcut yapılardaki enerji kaybı devam etmektedir. Bu sebeple toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahip mevcut yapılardaki enerji tüketimi araştırılarak, enerji etkinliklerini iyileştirmek gerekmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yöntem

DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü) son beş yıllık veri ortalamasına göre, Türkiye’de ruhsatı alınmış yapıların yaklaşık %90’ında betonarme yapım sistemlerinin uygulandığı belirtilmektedir(İnternet 5). Ülkemizdeki yoğun kullanım oranı ve diğer yapım sistemlerine oranla enerji tüketimi açısından daha fazla olumsuz özelliklere sahip olması nedeniyle bu çalışmada betonarme yapım sistemlerine sahip olan yapılar ele alınmıştır. Bu çalışmanın amacı, dünyada ve Türkiye’de enerji tüketiminde çok büyük potansiyele sahip yapıların, enerji tüketimini etkileyen faktörleri ortaya koyarak mevcut yapılardaki enerji etkinliklerini iyileştirmeye yönelik öneriler sunmaktır. Bu sayede günümüz dünyasında ülkelerin gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olan enerjinin etkin kullanılması sağlanacak ve ülkemizde yapılan bu ve bunun gibi çalışmalar, ayrı ayrı tüm sektörlerdeki enerji etkinliğini iyileştirmeye yönelik atılacak adımlara yön vereceklerdir.

Çalışmada izlenen yöntem; öncelikli olarak bu konuyla ilgili dünyada ve Türkiye’ de enerji tüketim miktarlarını, uygulamaları, düzenlemeleri ve daha pek çok veriyi araştırarak ortaya koymak olmuştur. Daha sonra ortaya konulan sorunlar için varolan çözüm yöntemlerini araştırarak bu yöntemler ışığında mevcut yapılardaki enerji etkinliğini iyileştirmek adına çözüm önerileri sunmak şeklinde olmuştur. Tez çalışma konusunun güncel olması sebebiyle yapının enerji tüketimiyle ilgili sorunları ve bu sorunlara yönelik çözüm önerilerini sunarken yaşanan mekanlardaki sorunlardan, çevrede görülen yanlış ve doğru yapılan uygulamalardan faydalanılmıştır. Bu sayede, yapılan örnekleri dikkate alarak çözüm önerileri sunmak çok daha doğru bir yöntem olmuştur.

2.YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİ

Yapı sektörü enerji tüketiminin önemli bir payını oluşturduğundan, yapı sektöründe enerjinin etkin kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasının sağlanması, diğer sektörler de bir kazanç olarak yansıyacaktır. Diğer taraftan, ülkemizde enerjinin etkin kullanılmamasına bağlı olarak hizmetlerin enerji yoğun sağlandığı bir gerçektir. Kısa dönemde sonuçların kolaylıkla alınabileceği bir alan olan enerjinin etkin kullanımı ülkece üzerinde çözüm üretilmesi gereken bir konudur. Ayrıca bu konu enerji politikasının benimsemesi gereken öncelikli bir ilke olmalıdır.

Bu bölümde yapılarda enerji tüketimi ile ilgili sorunlar, yapılarda enerji etkinliği kavramları, uygulamalar ve bu konuyla ilgili mevzuatlar açıklanmaktadır. Bu bilgilerden önce konunun önemini daha iyi vurgulayabilmek için, dünyada ve Türkiye’de enerji tüketimi ve bunun olumsuz etkileri aşağıdaki bölümlerde özet halinde verilmektedir.

2.1. Dünya’da Ve Türkiye’de Enerji Tüketimi

1999 yılı itibariyle dünyadaki 6 milyar insanın enerji tüketim hızı, yılda 420 EJ’u (Exa Joule= 10^{18} J) aşmış bulunmaktadır. Bu tüketimin %68’i, dünya nüfusunun %15’ini oluşturan sanayileşmiş ülkelerin 0.9 milyar insanı, kalan %32’si ise dünya nüfusunun %85’ini oluşturan gelişmekte olan ülkelerin 5.1 milyar insanı tarafından gerçekleştirilmiştir.

1999 yılı itibariyle 8.58 milyar TEP(ton petrol eşdeğeri) enerji tüketilmiş ve bu tüketimin % 75’i fosil yakıtlardan sağlanmıştır. Petrol, doğalgaz ve kömürün payları sırasıyla %39.4, % 23.0, ve %22.4, Hidro nükleer ve diğer kaynaklardan üretilen elektrik, birincil enerji üretimi içinde %7.1, %6.6, ve %0.7’lik paylarla dördüncü, beşinci ve altıncı sırada geliyor(Tübitak, 2003).

Tablo 2.1.Dünya Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı(2000)
(Tübitak, 2003).

	Dünya	ABD ve Kanada
Toplam Birincil Enerji Arzı (mtep)	9.200	2.600
Yaklaşık % paylar:petrol	39	38
Kömür	26	22
Doğal gaz	23	24
Hidrogüç	2	2
Nükleer	7	9
Güneş, rüzgar, jeotermal ve diğer	3	4

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi enerji açısından iki temel göstergeyle izlenebilir. Bunlardan biri kişi başına enerji tüketimi, diğeri ise enerji yoğunluğudur. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin canlılığını, hem de refah düzeyinin yüksekliğini gösterir. Enerji yoğunluğunun düşüklüğü ise, aynı miktar enerjiyle daha çok katma değer üretilmesini simgeler. Bu durumda bir ülkede enerji açısından gelişmişliğin ideal şartı, kişi başı enerji tüketiminin yüksek ve enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır.

Ekonomik, coğrafi ve nüfus büyüklükleri dikkate alınarak seçilmiş bazı ülkelerdeki kişi başına enerji tüketim değerleri, söz konusu ülkelerin toplam enerji tüketimleri ve nüfuslarına ilişkin değerler de verilerek aşağıdaki tabloda sunulmaktadır(Kavak, 2005).

Tablo 2.2. Bazı Ülkelerdeki Kişi Başına Enerji Tüketimleri (KEP) (Kavak,2005).

Ülkeler	Nüfus(Milyon)	Tüketilen Enerji (MTEP)	Kişi Başı Enerji Tüketimi(KEP)
ABD	285.9	2281.4	7.979
Almanya	82.3	351.1	4.264
Arjantin	37.5	57.6	1.536
Avustralya	19.5	115.6	5.939
Birleşik Krallık	58.8	235.2	4.000
Brezilya	172.4	185.1	1.074
Fransa	60.9	265.6	4.360
Hindistan	1032.4	531.5	515
İsrail	6.4	21.2	3.332
İsveç	8.9	51.1	5.736
İtalya	57.9	172.0	2.969
Japonya	127.2	520.7	4.093
Kanada	31.1	248.2	7.985
Meksika	99.1	152.3	1.536
Rusya	144.8	621.4	4.293
Yunanistan	11.0	28.7	2.619
Türkiye	68.6	72.5	1.056

Tablo 2.2. ve Tablo 2.3. de görüldüğü üzere Kişi başına enerji tüketimi açısından yeterli gelişmişlik seviyesine ulaşamayan ülkemizde enerji yoğunluğu ile ilgili rakamların da gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğu gözlenmektedir.

Enerji yoğunluğunda dünya ortalaması 2001 yılında 0,29 TEP/Bin \$ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'deki enerji yoğunluğu ise aynı yıl 0,38 TEP/Bin \$ olmuştur. Büyük ülkelerin hiçbirisinde(Meksika hariç), enerji yoğunluğu Türkiye'nin enerji yoğunluk değerinden yüksek değildir. Dünya'nın enerji yoğunluğu açısından en gelişmiş ülkesinin de Japonya olduğu görülmektedir

Aşağıdaki tabloda, seçilmiş bazı ülkelerdeki enerji yoğunluk değerleri sunulmaktadır(Kavak, 2005).

Tablo 2.3. Bazı Ülkelerdeki Enerji Yoğunlukları (TEP/Bin \$) (Kavak,2005).

Ülkeler	Nüfus(Milyon)	GSYİH (Milyar 95 \$)	Enerji Yoğunluğu (TEP/Bin \$)
ABD	285.9	8977.8	0.25
Almanya	82.3	2703.3	0.13
Arjantin	37.5	280.0	0.21
Avustralya	19.5	468.0	0.25
Birleşik Krallık	58.8	1334.8	0.18
Brezilya	172.4	798.8	0.23
Fransa	60.9	1804.9	0.15
Hindistan	1032.4	492.5	1.08
İsrail	6.4	105.5	0.20
İsveç	8.9	294.0	0.17
İtalya	57.9	1225.3	0.14
Japonya	127.2	5647.7	0.09
Kanada	31.1	717.4	0.35
Meksika	99.1	371.9	0.41
Rusya	144.8	377.6	1.65
Yunanistan	11.0	144.8	0.20
Türkiye	68.6	190.3	0.38

Kişi başına enerji tüketimindeki artış oranı kalkınma için olumlu bir gösterge olmakla birlikte, enerji yoğunluğundaki artış eğilimi, ülkemizdeki mevcut ekonomik faaliyetler ve yaşam standardı için harcanan enerjinin azaltılması gereğini ortaya koymaktadır. Enerji yoğunluğunda kısa ve orta vadede bir düşüşün sağlanması, ancak enerjinin etkin kullanımı ile mümkün olabilecektir.

2.2. Enerji Tüketiminin Olumsuz Etkileri

Dünya’da enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıtların rezervleri hızla tükenmektedir. Bu yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğalgaz gibi bazı fosil yakıtların rezervlerinin sonuna gelineceği tahmin edildiğinden, bütün enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır(Kavak, 2005).

Enerji, çevreye en olumsuz etkilerde bulunan sektörlerden biridir. Dolayısıyla enerjinin çevreyle ilgili önemli bir boyutu da vardır. Fosil yakıt kullanımından çıkan parçacık emisyonları, atmosfere giren ışınları geri yansıtmak suretiyle soğutma, sera

gazı emisyonları ise yeryüzünden yansıyan ışınları daha ziyade yutmak suretiyle ısınma etkisi yaratmaktadır. Bu durumda küresel ölçekte, ciddi endişeler yaratan küresel iklim değışikliklerine sebep olmaktadır(Tübitak, 2003).

2001 yılı itibarıyla atmosfere yayılan sera gazı salınımlarının % 85'i enerji, % 9'u tarım, % 5'i sanayi ve % 3'ü atık sektörlerinden kaynaklanmaktadır(ÇOB, 2005).

Yerel düzeyde en yaygın ve ciddi sorun ise, kentlerdeki hava kirliliğidir. Gelişmekte olan ülkelerde bu sorun sadece dış ortamlarda değil, yaşam hacimlerinde, konut ve işyerlerinin içinde de bulunmaktadır. Hatta, ısınma amacıyla kullanılan yakıtların türünün yol açtığı yüksek kirletici yoğunlukları ve yetersiz havalandırma koşulları nedeniyle bu ikinci durum önemli bir kamu sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Öte yandan, kömür madenlerinin drenajı, boru hatlarından, tankerlerden ve yer altı yakıt depolarından sızıntılar ve petrol rafinerilerinin emisyonları yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Bölgesel ölçekte, fosil yakıt kullanan taşıtlar ve güç santrallerinin emisyonları tarım ürünlerine, ormanlara ve kamu sağlığına zarar vermektedir(Tübitak, 2003).

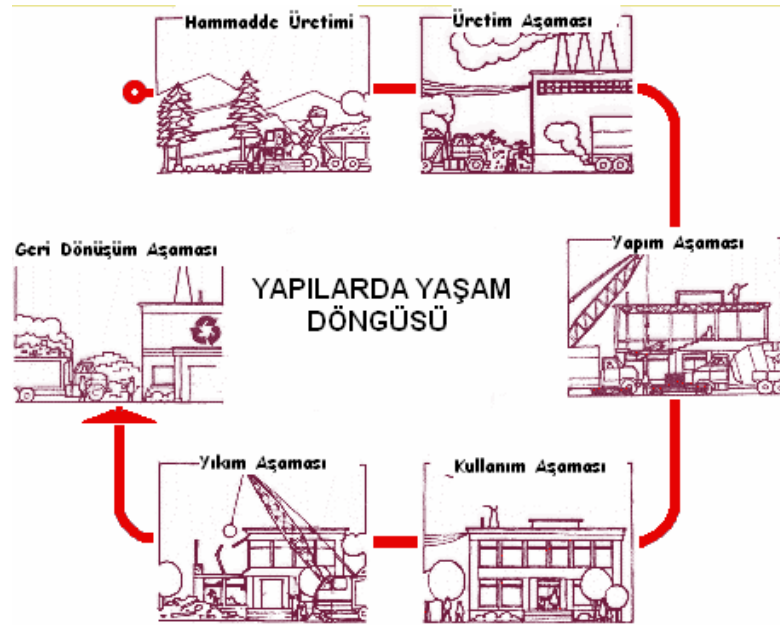
2.3. Yapılarda Enerji Tüketimi

Dünya genelinde yapılarda tüketilen enerji, toplam enerji tüketiminde daima önemli bir yere sahip olmuştur. 2003 yılı verilerine göre ülkemizdeki toplam nihai enerji tüketimi 64.0 Milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Yapı sektörü 19.5 Milyon TEP' lik enerji tüketimi ile nihai enerji tüketiminde % 30'luk pay almıştır(ÇOB, 2005).

Yapıların tüm yaşam döngüleri boyunca enerji tüketimi aktif olarak devam etmektedir. Yapının yaşam döngüsü; Şekil 2.1'de de gösterildiği gibi, yapıyı oluşturan hammaddeyi doğadan elde edilmesiyle başlayan ve yapının kullanımının sona ermesi sonucu yok edilmesiyle biten, birbirini izleyen ve birbiri ile ilişkili süreçler bütünüdür.

Dünya üzerinde tüketilen hammaddeyi 3 milyar tonunun % 40'lık bir oranı inşaat sektörüne aittir. Yapılar dünya ormanlarının % 25'ini, malzeme ve enerji

kullanımının % 40'ını, ve kullanılabilen suyun % 15'lik kısmını kullanmaktadır. Bu oranlar dünya nüfusunun artmasına paralel olarak artmaktadır(Reilly, 1997).



Şekil 2.1.Yapılarda Yaşam Döngüsü(İnternet 11)

Hammadde Edinimi Aşaması; Doğadan hammaddenin elde edilmesi ile başlayıp, erişim yollarının yapılması, üretim yerine nakledilmesi işlemlerini kapsar. Bu aşamada, hammaddenin çıkarıldığı yerden, işleme noktasına ulaşımındaki mesafe enerji tüketimi açısından önemlidir. Hammaddenin taşıma mesafesi ne kadar az olursa enerji tüketimi o kadar az olacaktır.

Üretim, Ambalajlama Aşaması; Yapıyı meydana getiren malzemenin üretim aşamasıdır. Hammaddenin işlenmesiyle oluşur. İşlenmesi ve üretimi sırasında enerjinin en çok kullanıldığı aşamalardan biridir. Bu aşamada üretimi sırasında enerji az kullanan malzemeler enerji etkinliği açısından daha üstün özellik taşır.

Üretim aşamasından sonra malzemelerin paketlenmesi için kullanılan ambalajın özellikleri de malzemenin ve dolayısıyla yapının enerji etkinliği açısından önemlidir.

Yapım Aşaması; Yapının üretilmesi aşamasında da yine enerji tüketimi açısından nakliyenin büyük payı vardır. Malzemenin üretildiği yerle yapının tamamlandığı yerler arasındaki, uzaklığın fazla olması enerji tüketimini arttıracaktır. Yine nakliyenin hangi yollarla (havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu) sağlandığı da enerji tüketiminde önemlidir.

Özellikle kara yolu taşımacılığı için yapılan otoyollar hem büyük miktarda doğal çevreye zarar vermekte hem de gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Taşımacılıkta kullanılan yakıtların çoğunlukla tükenebilen enerji kaynaklarından olması nedeniyle bu etki daha da artmaktadır. Bu aşamada çalışan iş makinalarının tükettiği enerji de önemli bir faktördür. Bu nedenle malzemenin fazla kayıp verilmeden inşaat alanında işlevine uygun kullanılması tekrarlara sebep olmayacağından enerjinin etkin kullanılması sağlanacaktır.

Yapım aşamasında malzemenin fazla kayıp verilmeden, inşaat alanında işlevine uygun şekilde kullanılması gerekir. Şekil 2.1’de gösterilen şematik resimlerde de olduğu gibi yapım aşaması iş makinalarının ve insan gücünün yoğun olarak kullanıldığı bir aşamadır.

Tüketilen enerji yapım sistemlerine göre değişmektedir. Ülkemizdeki yapıların büyük bir bölümünü oluşturan, diğer yapım sistemlerine göre enerji tüketimi açısından ve çevresel açıdan kaygılara sebep olan betonarme yapım sistemlerinin enerji etkinliği Esin ve Çoşgun tarafından yapılan bir çalışmada şu şekilde analiz edilmiştir.

1) Geleneksel İskelet Yapım Sistemi

Geleneksel yapım sisteminin en belirgin özelliği, üretimin tümünün inşaat alanında ve yoğun insan gücüyle gerçekleşmesidir. Teknolojik gelişmelere rağmen ülkemizde yaygın olarak uygulanan yapım sistemidir. Enerji tüketimi açısından analiz edildiğinde, geleneksel sistemin beton üretimi ve beton dökümü aşamalarında kullanılan ekipmanların (betonyer, dam vinci) özelliği nedeniyle enerji tüketimi düşük düzeydedir(Esin ve Çoşgun, 2004).

2) Tünel Kalıp Betonarme Yapım Sistemi

Tünel kalıp yapım sistemi belirli bir ön yatırımı gerektirmektedir. Sistem büyük çapta ve sürekli üretimler için uygundur. Bu sistemde büyük boyutlu ve ağır kalıpların taşınmasında yoğun enerji tüketen vinçler kullanılmaktadır. Tünel kalıp yapım sistemi perde duvar ve döşeme sisteminden oluştuğu için iskelet sistemlere oranla beton ve donatı kullanımı fazladır. Bu nedenle hammadde tüketimi yüksek düzeydedir. Bununla birlikte duvar ve döşeme donatısı olarak hasır çelik kullanıldığından atık oluşumu önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca, çelik tünel kalıpların kullanım tekrarının ahşap kalıba oranla çok daha fazla olması kaynak korunumu açısından önemlidir(Esin ve Coşgun, 2004).

Tünel kalıpların, donatının yerleştirilmesi ve sökülmesinde yoğun vinç kullanımı nedeniyle enerji tüketimi yüksektir. Beton santrali ve tünel içi ısıtıcılarla kürleme işlemi de sistemin enerji tüketimini arttırmaktadır(Esin ve Coşgun, 2004).

3) Prefabrike Yapım Sistemleri

Prefabrike yapım sistemlerinde üretimin büyük bir bölümü fabrikada gerçekleşmektedir. Teknoloji fabrikada üretim, şantiyede montaja dayalı olduğu için oldukça yüksek ön yatırım gerekmektedir. Ayrıca teknolojinin ambalajlama, stoklama ve taşıma zorlukları bulunmaktadır. Diğer yapım sistemlerinde yapı alanında gerçekleştirilen işlemlerin çoğu, bu sistemlerde üretim tesisinde gerçekleştirildiği için, enerji tüketimi çok yüksektir. Bu sistemlerde, elemanların taşıma araçlarından şantiyeye indirilmesi, depolanması ve şantiyedeki montaj işlemleri vinçlerle yapılmaktadır. Bu nedenle, bu aşamalarda da yoğun enerji tüketilmektedir. Hazır yapı elemanlarını üretim tesisinden yapı alanına taşıyan ağır vasıtalar trafikte problemlere yol açarken enerji tüketimini de arttırmaktadır(Esin ve Coşgun, 2004).

Sonuç olarak tünel kalıp, prefabrike iskelet ve prefabrike panel yapım sistemlerinde üretim süreçlerinin, büyük oranda enerji tüketimi ve emisyonlar açısından olumsuzluk yarattığı geleneksel sistemde enerji tüketiminin bunlara göre oldukça az, ancak katı atık oluşumu açısından daha olumsuz olduğu söylenebilir(Esin ve Coşgun, 2004).

Kullanım Bakım Onarım Aşaması; Bu aşama yaşam döngüsü içerisinde en uzun zaman dilimini oluşturur ve enerjinin çok yoğun olarak harcandığı bir dönemdir. Bu aşamada kullanılan malzemenin ve uygulamaların kalitesi binanın ısısal konforunu etkilediği gibi paralelinde ısınma amaçlı enerji tüketimini de etkilemektedir. Yapının kullanım aşamasında ısınma kadar havalandırma, aydınlatma gibi konfor koşullarının sağlanması da yapının kullanım ömrü boyunca enerji tüketimini arttıran faktörlerdir. Bu nedenle kullanım aşamasında doğal aydınlatma ve doğal havalandırmadan maksimum düzeyde yararlanılmasını sağlayacak tasarımlarının uygulanması enerji tüketimini minimum düzeye indirecektir.

Yapıların kısa süre içerisinde bakım onarım gerektirmesi, yeniden malzeme kullanımı ve işgücünü gerektirdiğinden hammaddenin elde edilişinden yapım aşamasına kadar olan yaşam döngüsünün ve bu aşamalardaki enerji tüketimlerinin tekrardan oluşmasına sebep olacaktır.

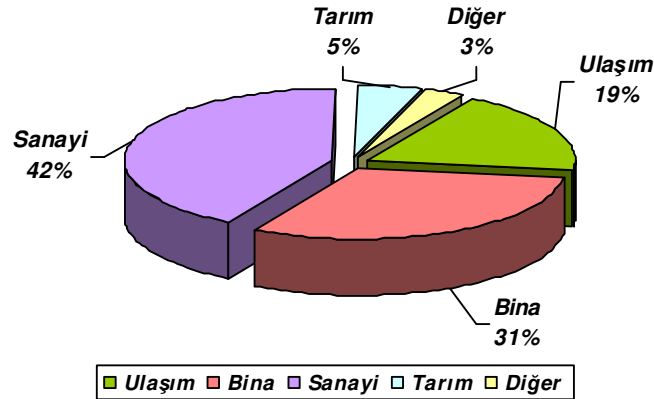
Yıkım, Yok Edilme Aşaması; Yıkım aşaması, yapının ömrünün sona erdiği aşamadır. Bu aşamada kullanılan ekipman ve tüketilen enerji miktarı enerji etkinliğinde belirleyici özelliktir. Yıkım sırasında farklı hammadde ve malzemeye sahip yapı elemanları birbirinden kolaylıkla ayrılmalrı, malzemenin geri dönüşümünü hızlandıracaktır.

Geri Dönüşüm, Yeniden Kullanım Aşaması; Yıkım aşamasından sonra ortaya çıkan malzemenin öncelikle aynı veya farklı işlevlerde yeniden kullanım olanağının olması gerekmektedir. Yeniden kullanım imkanı yoksa tekrar işlenerek aynı ya da farklı bir malzemeye dönüştürülerek kullanılması da enerji etkinliği açısından olumludur. Yapının veya yapı malzemesinin yıkım aşamasında oluşan maddelerin geri dönüşüm tesisine taşınma sırasında da yine enerji tüketimi meydana gelmektedir. Bu sebeple taşınma sırasında minimum enerji tüketimi önemlidir. Bir yapıyı oluşturan yapı malzemelerinin yaşam döngüsü boyunca harcadığı toplam enerji o malzemenin enerji içeriğini ifade eder. Yapıda kullanılan malzemenin enerji içeriğinin düşük olması o yapının enerji etkinliğini arttırmaktadır.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (EİE/UETM) tarafından yapılan çalışmalar sonucu, sanayi, yapı ve ulaşım

sektörlerinde yıllık enerji tasarrufu potansiyelinin %30, bu oranın parasal karşılığının ise 3 milyar dolardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (İnternet 2)

2002 yılında Türkiye'nin sektörlere göre enerji tüketimini gösteren grafik aşağıdaki gibidir. Türkiye 2002 yılında toplam enerji arzının % 68'ni ithal etmiştir(İnternet 2).



Grafik 2.1. Sektörel Enerji Tüketimi (2002) (İnternet 2)

Ülkemizdeki enerji tüketiminin büyük bir bölümünün sanayi ve konutlarda gerçekleştiği, konutlarda tüketilen enerjinin de büyük bir bölümünün ısıtma amaçlı kullanıldığı dikkate alındığında; enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu konusunda en büyük potansiyelin diğer sektörlerle kıyasla konut sektöründe olduğu görülmektedir(Özdemir, 2005).

Hızla artan nüfus, gelir seviyesi, yaşam standartları ve şehirleşme oranının yükselmesi gibi nedenlerle konut sektörü enerji tüketiminde hızlı bir artış yaşanmaktadır. Yalıtım ve diğer tasarruf yöntemlerine genellikle uyulmamasından dolayı, birim alana düşen ısıtma yoğunluğu, yaşam standardı daha yüksek olan ülkelerin dahi 2-2.5 misline ulaşabilmektedir

Türkiye’de Konut sektörü enerji tüketiminde, 1970 yılında 71 kWh olan kişi başına elektrik kullanım miktarı büyük bir artış göstererek 1993 yılında 388 kWh/kişi değerine ulaşmıştır. Kişi başına toplam tüketim açısından aynı değerlendirmeyi yapmak mümkün değildir. 1970 yılında 244 kep (kg eşdeğeri petrol) olan kişi başına

toplam tüketim 1993 yılına gelindiğinde ancak 292 kep/kişi değerine ulaşmıştır. Ancak yıllık %2'nin altına düşmeyen nüfus artış hızı da dikkate alındığında, bu artış miktarının da önemli olduğu anlaşılır. Nitekim, 1970 yılında 8.6 milyon TEP olan konut sektörü toplam tüketimi 1993 yılında 17.5 milyon TEP'e ulaşmıştır. Bu rakamın 2010 yılında 33.2 milyon TEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. 1970 ve 1993 yıllarında sırasıyla 2.5 TWh ve 23.2 TWh olan elektrik tüketiminin 2010 yılında 82.6 TWh'e yükseleceği beklenmektedir(DPT, 1997).

Taş kömürü tüketimi 1970 yılında 386 bin ton, 1993 yılında ise 1.4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında bu tüketimin 2.9 milyon ton'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. 1970 ve 1993 yıllarındaki linyit tüketimleri ise sırasıyla 2.4 milyon ton ve 7.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında bu tüketimin 16.1 milyon ton'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Konut sektöründeki diğer önemli kaynaklar petrol, odun, hayvan ve bitki artıkları 1970 yılında sırasıyla 1.2, 12.8 ve 9.2 milyon ton tüketilmiştir, 1993'de ise bu rakamlar sırasıyla 3.3, 18.2 ve 10.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı kaynaklar için 2010 yılı talepleri sırasıyla 2.7, 19.8 ve 8.3 milyon ton olarak verilmektedir. 1988 yılında 1 milyon m³ mertebesinde kullanıma giren doğal gazın tüketimi 1993 yılında 553 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında ki beklenen tüketim miktarı 3.8 milyar m³'dür. Konut sektöründe tüketilen diğer kaynaklar asfaltit, briket, hava gazı, güneş enerjisi, jeotermal ısı olup, bu kaynakların toplam tüketim içindeki payı çok düşüktür. Talep tahminlerine göre sadece jeotermal ısıtma önemli bir gelişme gösterecek, 1993 yılındaki 30 bin TEP değerinden 2010 yılında 4.9 milyon TEP değerine ulaşacaktır. Konut sektörü enerji tüketiminde 1970-1993 yıllarında arasında çeşitli kaynakların aldığı paylar Tablo 2.4 de görülmektedir(DPT, 1997).

Tablo 2.4. Konut Sektörü Enerji Tüketimi (DPT, 1997).

Yıl	Taşkömürü (bin ton)	Linyit (bin ton)	Asfaltit (bin ton)	Kok (bin ton)	Briket (bin ton)	Petrol (bin ton)	Doğalgaz (milyon m3)	Havagazı (milyon m3)	Odun (bin ton)	Hayvan Ve Bitki Artıkları (bin ton)	Güneş (bin Tep)	Jeotermal Isı (bin Tep)	Elektrik (Gwh)
1970	386	2,409	36	320	21	1,179	-	131	12,816	9,253	-	-	2,502
1975	396	3,607	456	148	18	2,126	-	122	14,562	10,495	-	-	4,519
1980	191	5,581	558	80	30	2,237	-	130	15,765	12,839	-	-	7,081
1985	429	9,169	509	211	47	2,113	-	113	17,368	11,039	-	-	9,576
1990	1,275	7,247	232	143	43	2,851	49	46	17,870	11,080	13	16	16,688
1993	1,451	7,800	86	188	10	3,306	553	18	18,171	10,842	18	30	23,226

Tablo 2.5. . Konut Sektörü Enerji Talep Tahminleri (DPT, 1997).

Yıl	Taşkömürü (bin ton)	Linyit (bin ton)	Asfaltit (bin ton)	Briket (bin ton)	Petrol (bin ton)	Doğalgaz (milyon m3)	Merkezi Isıtma (bin Tep)	Odun (bin ton)	Hayvan Ve Bitki Artıkları (bin ton)	Güneş (bin Tep)	Jeotermal Isı (bin Tep)	Elektrik (Gwh)
1995	3,099	10,181	500	11	3,132	1,009	12	18,374	10,682	20	215	28,128
2000	2,842	12,641	500	11	2,841	2,692	33	19,487	9,839	33	1,160	39,326
2005	3,134	14,480	500	11	2,714	3,423	82	19,627	9,045	55	2,689	58,186
2010	2,946	16,110	500	11	2,696	3,781	149	19,767	8,260	94	4,897	82,570

IEA (Uluslar arası Enerji Ajansı) üyesi ülkelerin toplam nihai enerji tüketimlerinin yaklaşık üçte biri konutlar ve ticari yapılarda gerçekleşmektedir. Konutlar ve ticari yapılar, petrol talebinde sadece %11'lik bir paya sahiptirler ve ulaştırma ve sanayi sektörlerinden daha az petrol tüketmektedirler. Ne var ki elektrik talebindeki payları IEA genelinde %60, AB (Avrupa Birliği) genelinde en az %40 civarındadır. Pek çok IEA üyesi ülkedeki konutlarda alan ısıtma nihai enerji kullanımında en yüksek paya sahiptir; benzer şekilde su ısıtma da enerji tüketiminde rol oynayan önemli kalemlerden biridir. Yapılarda uygulanacak çeşitli teknikler ve alınacak çeşitli tedbirlerle büyük miktarlarda enerji tasarrufu yapılabileceği, dolayısıyla enerji etkinliğinin iyileştirilebileceği bugüne kadarki uygulamalarda görülmüştür. Aşağıdaki tabloda 1990-1999 yılları arasında Türkiye'deki sektörel enerji tüketimlerine ait veriler yer almaktadır.

Tablo 2.6. Sektörel Enerji Tüketimi (TEP/Bin \$) (İnternet 3).

Yıllar	Konut	Sanayi	Ulaştırma	Tarım	Enerji Dışı	Nihai Enerji Tüketimi	Çevrim Tesisleri	Toplam Enerji Tüketimi
1990	15002	14543	8723	1956	1031	41256	11377	52633
1991	15552	15181	8304	1976	1203	42216	11699	53915
1992	16328	15454	8545	1994	1450	43771	12526	56297
1993	16514	16333	10419	2450	1743	47459	12387	59846
1994	15890	15263	9907	2480	1349	44889	13786	58675
1995	17150	17354	11066	2556	1386	49512	13703	63215
1996	18028	20028	11778	2714	1643	54190	15212	69402
1997	19132	21863	11339	2823	1788	56957	16335	73257
1998	18784	21510	10760	2827	2272	56153	18096	74249
1999	18353	20982	13320	2904	1881	57439	19191	76631

2.4. Dünyada ve Türkiye’de Yapılarda Enerji Etkinliği Ve Bununla İlgili Uygulamalar-Düzenlemeler / Mevzuatlar

Ülkelerin enerji politikalarında yasa ve yönetmeliklerin rolü büyüktür bu bağlamda enerji etkinliğini arttıracak yasal düzenlemelerin yapılması, ülkelerin aktif olarak enerji etkinliği çalışmalarını sağlayacak yaptırımlar getirmektedir. Dünyada tüketilen enerjinin %50’sinin yapılarda tüketildiği düşünüldüğünde, yapılacak tasarruf çalışmalarının yapı sektörü tarafından uygulanmasının etkilerinin oldukça büyük boyutlara ulaşabileceği görülmektedir(Edwards, 1998). Türkiye özeline bakıldığında; ülkemiz üretim, ulaştırma ve kullanım sırasındaki kayıplar olmasa kendi kendine yetebilecek enerjiyi üretecek durumdadır. Ancak şu anda enerji açısından dışa bağımlı durumdadır. Bu durumda ülkemizde tasarruf çalışmalarını artırmak ve enerji etkinliği bilincini insanlara kazandırmak adına bir takım yasal düzenlemelerin ve mevzuatların yaptırım gücünden yararlanmak kaçınılmaz olup bu yöndeki uygulamalar enerji etkinliğini sağlamak açısından çok büyük adımlar atılmasına sebep olacaktır.

Bu bölümde yapılarda enerji etkinliğini sağlayan dünyadaki ve ülkemizdeki düzenlemeler ve mevzuatlar araştırılmıştır.

2.4.1. Binalarda Enerji Performansı Direktifi

Avrupa Birliği, ortak çevre ve enerji politikalarının oluşturulmasına yönelik olarak direktifler yayımlamaktadır. Bu direktiflerden birisi de konut ve konut dışı diğer yapı sektörlerinde enerji tasarrufu sağlanması amacıyla, 4 Ocak 2003 tarihinde yayımlanan 2002/91/EC sayılı Binaların Enerji Performansına Dair Yönetmelik’tir. Bu yönetmelik ile binaların bütünleşik enerji performansı hesap yönteminin ana hatlarının oluşturulması, yeni ve yenileme gerektiren mevcut yapıların enerji performansları ile ilgili minimum gerekliliklerin uygulanması hedeflenmektedir.

2002/91/EC sayılı bu yönetmeliğin temelini; AB bünyesindeki yapıların enerji performansında yapılacak olan iyileştirmelerin teşvik edilmesi, mümkün olduğu kadar en uygun maliyet ve enerji etkinliği ölçülerinin ele alınmasının sağlanması oluşturmaktadır. Yönetmelikte hedeflenen sonuçların temininde; mevcut yapı stoku

ele alınmakta ve enerji tasarrufunda yapı stokunun önemli potansiyele sahip olduğu vurgulanmaktadır(İZODER, 2005).

Söz konusu direktif Türkiye’de ulusal mevzuatın gözden geçirilmesi ve gerekli uyum çalışmalarının başlatılması ihtiyacını doğurmuştur. Bu bağlamda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 8 Mayıs 2000 tarihinde yayımlanan “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği”nin revize edilmesi ve Avrupa Birliği mevzuat uyumu çalışmaları çerçevesinde direktife uyumlu hale getirilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Bu çerçevede, enerjinin etkin kullanılmasının sağlanması ve etkin bir enerji etkinliği programının uygulanması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, enerji etkinliği konusunda bir bilinç oluşturulması ile uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi için gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması zorunluluk arz etmektedir. Bunun sonucunda "Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı" hazırlanmıştır(Koçlar Oral, 2000).

2.4.2. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi;

Küresel sorunların çözümü küresel işbirliğini gerektirmektedir. Küresel ısınmanın muhtemel sonuçlarının, giderek çevre alanındaki en temel sorunu oluşturmaya başlaması karşısında, 1992 yılında Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda kabul edilen ve 50 ülkenin onaylamasını müteakip 21 mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” teşkil edilmiştir.

Sözleşmenin amacı, atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazı konsantrasyonunun iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve belli bir düzeyde tutulmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için gelişmiş ülkeler 2000 yılındaki sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine indirmek ve gelişme yolundaki ülkelere teknolojik ve mali kaynak sağlamakla yükümlüdürler.

Türkiye, BM (Birleşmiş Milletler) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında ve sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda, bir yandan kalkınma hedeflerini gerçekleştirirken, diğer yandan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak yürütülen bu küresel ortak eylemde yerini almak için sözleşmeye 24 mayıs 2004 tarihi itibarıyla 189. taraf olarak katılmıştır. Bu katılımı,

evre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının diğerk sektörel kalkınma uygulamalarına entegrasyonunu güçlendirecek bir imkan sağlayacaktır. Ayrıca, hem küresel çevrenin korunması alanındaki uluslar arası çabalara etkin bir şekilde katılmasına imkan tanıyacak hem de Avrupa Birliği’ne üyelik sürecinde halen yürütülmekte olan çalışmalara çok ciddi bir katkı sağlayacaktır(şahin, 2005).

2.4.3. Binalarda Isı Yalıtım Standart ve Yönetmeliği(TS 825 standardı);

Enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu konusunda en büyük potansiyelin diğerk sektörlere kıyasla konut sektöründe olduğu görülmektedir. 14 Haziran 1999 tarih ve 23705 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı” 14 Haziran 2000 tarihinde yürürlüğe girerek, yeni binalarda gerekli tedbirlerin alınması hava kirliliğinin önlenmesi açısından önem arz etmesi nedeniyle de 21 Haziran 2000 tarihinden sonra zorunlu olarak uygulanmasının devamına Bayındırlık ve İşkan Bakanlığınca karar verilmiştir.

TS 825’in amacı, ülkemizdeki yapıların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji etkinliğini arttırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Bu Standart, konut olarak kullanılacak yapılara, büro ve idari yapılara, tiyatrolara, kongre ve konser salonlarına, kültür merkezlerine, eğitim yapılarına, kütüphanelere, spor tesislerine, ğrenci yurtlarına, hastanelere, huzur evlerine, bakım evlerine, doğum evlerine ve kreşlere, ceza evlerine ve kışla yapılarına, konaklama tesislerine, alışveriş merkezlerine, iş hanlarına, banka ve borsa yapılarına, genel kullanım amaçları dolayısıyla i sıcaklıkları asgari 15 C olacak şekilde ısıtılan işyerleri ile endüstri ve sanayi yapılarına uygulanmaktadır(zdemir, 2005).

Türkiye’de 2000 yılından sonra yaklaşık olarak 370.000’den fazla yapı yapılmıştır. Bu yapıların hepsinin TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Standardına göre projelendirildiği öngörüldüğünde bu standardın ülkemize kazandırdıkları daha net olarak anlaşılabilecektir(İnternet 15).

2.4.4. Enerji Verimliliği Yasası;

Enerji Verimliliği Yasası ile, enerjinin her türünün rasyonel ve verimli bir şekilde değerlendirilmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, yaklaşık değeri yılda 3 milyar ABD Doları olarak tahmin edilen enerji tasarrufu potansiyelinin ülke ekonomisine kazandırılması, enerji kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması ve yeni iş olanakları gibi çok yönlü faydalar sağlanması amaçlanmaktadır(Korucu, 2005).

Söz konusu Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı 22 Şubat 2007 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisinde kabul edilmiştir. Yeni yasaya göre, enerji etkinliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin uygulanmasında özellik veya görünümleri kabul edilemez derecede değişecek olan Yapılar, koruma altındaki yapı veya anıtlar, ibadet yeri olarak kullanılan yapılar, planlanan kullanım süresi 2 yıldan az olan geçici yapılar, sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetlerinin yürütüldüğü yapılar, atölyeler, tarımsal binalar, yılın 4 ayından daha az kullanılan yapılar ile toplam kullanım alanı 50 metrekaresinin altında olan yapılar, kanunun kapsamı dışında tutulmaktadır(İnternet 6).

Enerji etkinliği çalışmalarının ülke genelinde ilgili kuruluşlarca etkin olarak yürütülmesi, sonuçlarının izlenmesi ve koordinasyonu amacıyla Enerji Etkinliği Koordinasyon Kurulu oluşturulması gerekmektedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü, meslek odalarına ve üniversitelere, uygulamalı eğitim yapabilmeleri ve şirketleri yetkilendirebilmeleri için kurul onayıyla yetki belgesi, şirketlere de genel müdürlük ve yetkilendirilmiş kurumlarca eğitim, etüt, danışmanlık ve uygulama faaliyetlerini yürütmek üzere yetki belgesi verilecektir. Enerji etkinliği hizmetlerindeki enerji bilincini artırmak amacıyla eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri yapılması amaçlanmaktadır.

Enerjinin etkin kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik olarak, ulusal ve bölgesel yayın yapan televizyon ve radyolar, bilinçlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak hazırlanan ve hazırlattırılan yarışma, kısa süreli film veya çizgi filmler, toplam yayın süresi, ayda asgari 30 dakikadan az olmamak üzere yayımlayacaktır. Endüstriyel işletmeler, çalışanları arasından toplam inşaat alanı en az 20 bin metrekaare veya yıllık tüketimi 500 TEP ve üzerinde olan yapıların yönetimleri,

yönetimlerin olmadığı yerlerde de yapıların sahipleri, enerji yöneticisi görevlendirecektir. Merkezi ısıtma sistemine sahip yapılarda, merkezi veya lokal ısı ve sıcaklık kontrol cihazları ve ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılarak. Buna aykırı hazırlanan projeler onaylanmayacaktır(İnternet 6).

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca yürürlüğe konulacak olan yönetmeliğe göre, yapı projeleri kapsamında enerji kimlik belgesi düzenlenerek, belgede yapı enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin etkinliği ve yapının enerji tüketim sınıflandırmasıyla ilgili bilgiler bulunacaktır. Mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı bin metrekareden az olan yapılar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi zorunlu olmayacaktır.

EİE İdaresi'nin Teşkiline Dair Kanunda yapılan değişiklik uyarınca idare, ülkenin tüm enerji kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik ölçümler yapacak, projeler hazırlayacak, diğer kurumlarla işbirliğiyle pilot sistemler geliştirecek. EİE sanayide ve yapılarda enerjinin rasyonel kullanımıyla ilgili eğitim hizmetleri verecek; üniversite, meslek odası ve tüzel kişileri aynı hizmetleri verebilmeleri için yetkilendirecek. Enerjinin etkin kullanımı yönünde yürütülen çalışmaları izleyecek, enerji tüketim noktalarında çevreyi ilgilendiren zararlı atık ve emisyonların gelişimini izleyip değerlendirecek, önlem önerileri hazırlayacak. EİE görevleri kapsamında gerekli gördüğü her türlü bilgiyi, gerçek ve tüzel kişilerden istemeye yetkili, bilgi istenenler ise gerekli bilgileri vermekle yükümlü olacak. İdare, sağladığı bilgilerden ülkenin emniyetine, güvenliğine ve ekonomik çıkarlarına, gerçek ve tüzel kişilerin ticari ilişkilerine zarar verecek bilgi ve belgelerin gizliliğine uyacak.

Kat maliklerinden birinin isteğiyle ısı yalıtımı, ısıtma sisteminin yakıt dönüşümü ve ısıtma sisteminin merkezi sistemden ferdi sisteme veya ferdi sistemden merkezi sisteme dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı çoğunluğuyla verecekleri karar üzerine yapılacak olup toplam inşaat alanı 2 bin metrekare ve üzeri olan yapılarda merkezi ısıtma sisteminin ferdi sisteme dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı olarak oybirliğiyle verecekleri karar üzerine yapılacaktır(İnternet 6).

2.4.5. Mevcut Binalarda Enerji Tasarrufu Yönetmeliği Çalışmaları

Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmeliği mevcut binalarda enerji tüketimlerini azaltmak için alınması gereken önlemlerle ilgili olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca 19.11.1984 tarih ve 18580 Sayılı Resmî Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Mevcut binalarda Isı Yalıtım ve Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik uygulanamamıştır. Uygulanamayan yönetmeliğin yeniden düzenlenmesi çalışmasına EİE’nin koordinatörlüğünde çeşitli Kamu ve Özel Kurumlara ve Derneklere mensup uzman kişilerden oluşan bir komisyon kurularak başlanmıştır(İnternet 3).

3.TÜRKİYE’DE YAPILARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

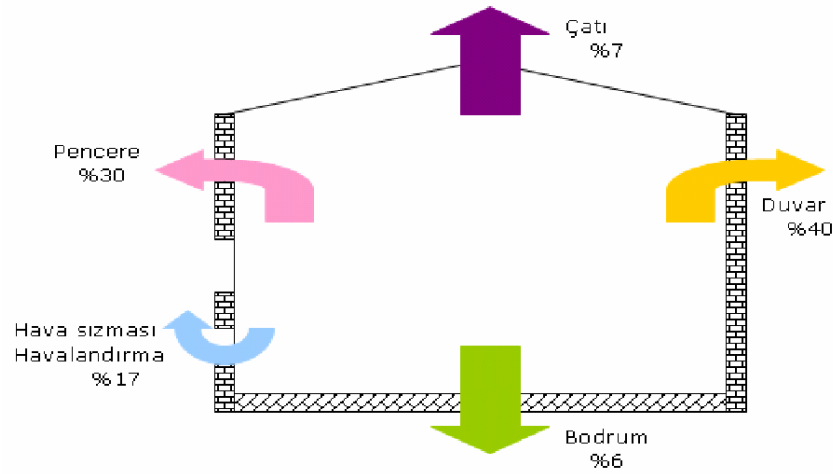
Türkiye’de yapılarda kullanılan enerji, toplam enerji tüketiminin %34’üne ve kullanılan elektrik, toplam elektrik tüketiminin % 43’üne karşılık gelmektedir. Bu da göstermektedir ki, yapı sektörü toplam enerji kullanımı içinde en büyük tüketim grubunu oluşturmaktadır. Yapı sektörü içerisinde de enerji tüketimini etkileyen pek çok faktör yer almaktadır. Enerji tüketim miktarını azaltacak çözümler üretmede yol gösterici olacak bu faktörler aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

3.1. Isı Kayıpları

Yapılardaki ısı kayıpları, yani ısıнын korunamaması enerji tüketimini arttıran en önemli faktörlerdendir. Isı kayıpları yeni yapılarda yanlış veya eksik tasarım kararları sonucunda, eski yapılarda ise eksik ve yanlış tasarım kararlarının yanı sıra bir takım bozulmalar sonucunda ortaya çıkabilmektedir.

Ülkemizde konutlar ve ticari yapılarda tüketilen enerjinin % 80’i ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ancak ısıtma sistemlerinin ülke genelinde istenilen enerji etkinliği düzeyine ulaştığını söylemek mümkün değildir. Isı yalıtım uygulamaları enerji tüketimini önemli oranda azaltmaktadır. 1950’li yıllarda enerji talebinin tamamı yurt içinden karşılanabilirken bugün bu oran % 40’ lara düşmüştür. Yani ülkemiz ihtiyacı olan enerjinin yaklaşık % 60’ ını ithal etmektedir. 2010 yılından sonra ise % 39’ a düşmesi beklenmektedir. Bir başka deyişle ülkemizin gelişmesi ile birlikte büyüyen enerji talebi, ülkenin giderek dışa bağımlılığını arttırmaktadır (Rubacı, 2006).

Şekil 3.1.’ de yapılarda meydana gelen ısı kayıplarının hangi oranda ve nerelerden olduğu gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Çok Katlı Yapılarda Isı Kayıpları

Yapılarda ısı kayıpları nedeniyle enerji tüketimini arttıran sorunlar aşağıda açıklanmaktadır.

3.1.1. Duvarlarla İlgili Sorunlar

Yapılardaki enerji etkinliğinin en önemli ayaklarından biri olan yapı dış kabuğunun (duvarlar, çatı, zemin ve pencereler) enerji etkinliğinin iyileştirilmesi, yapı elemanlarının ısı geçirme katsayılarının düşürülerek ısıl direncin yükseltilmesi ile ilgili bir konudur.

En önemli konfor koşullarından biri olan iç ortam sıcaklığı; yapıyı çevreleyen duvarların, çevre sıcaklığı, güneş ışınlamı, rüzgar hızı gibi dış atmosferik şartlarla etkileşimi sonucu değişmektedir. Bilindiği gibi iç ortam sıcaklığını belirleyen ve duvar üzerinden mevsimlere göre ısı kazancı veya ısı kaybı şeklinde bir ısı akımı söz konusu olmaktadır. Isı kazancı, dış ortamdan daha düşük sıcaklıkta bulunan iç ortama (yapıya) doğru ısı transferidir. Isı kazançları karmaşık ve gün uzunluğu boyunca sürekli farklı olarak değişen kısımlardan oluşmuştur. herhangi bir duvar için sabit yüzey alan ve sabit sıcaklık farkları düşünüldüğünde, ısı transferini azaltmak ancak ısıl direncin büyütülmesiyle olabilmektedir(Dağsöz ve ark.,1999).

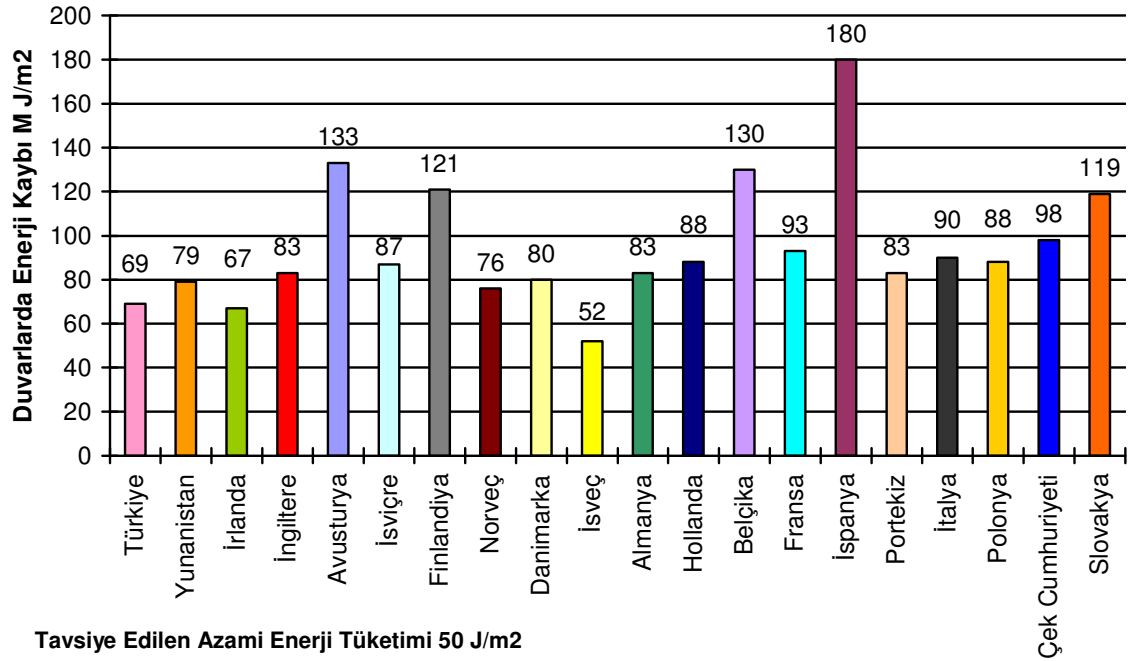
Isıl direncin büyütülmesi, yapı elemanlarının kalınlığının çok büyütülmesini veya ısı iletim katsayısının çok küçültülmesini gerektirmektedir. Yapı duvarlarının fazla kalın yapılması, yapıya aşırı yük getireceği gibi depreme dayanıklılık ve

işçilikten, malzeme maliyetine kadar artışın yanında, kapalı alanlarda daha az hacim de anlamına geldiğinden günümüzde tercih edilmemektedir(Dağsöz ve ark.,1999).

Bu nedenle yapı duvarlarının mümkün mertebe ısı iletim katsayısı düşük malzemelerden seçilerek ısı iletim katsayısı çok düşük yalıtım malzemeleri ile takviye edilmesi gerekmektedir. Isıl direncin artışı oranında daha az ısı kayıp ve kazancı, dolayısıyla herhangi bir iklimlendirme cihazı kullanılmadığı durumda daha konforlu bir doğal iklimlendirmeyi, herhangi bir ısıtma-soğutma cihazı kullanılması durumunda ise çok daha az enerji tüketimini yeterli kılacaktır. Düşük işletme maliyetleri yanında ihtiyaç duyulan soğutma yükünün yapıda ısı yalıtımı uygulaması ile azaltılması; daha küçük kapasiteli cihazların yerleştirilmesine ve ilk yatırım masraflarındaki azalmaya neden olarak ısı yalıtımının daha işin başında kendini amorti etmesini sağlayacaktır(Dağsöz ve ark.,1999).

Buradan duvar seçiminin, buna bağlı olarak ısıl direnci azaltacak yalıtım şeklinin belirlenmesinin, enerji tasarrufu ve yapıların kullanımı süresince işin ekonomikliği açısından ne kadar önemli olduğu göz ardı edilmemelidir.

Avrupa yalıtım üreticileri kurumu EURIMA (European Insulation Manufacturers Association)'dan alınan verilere göre, grafik 3.1. de örnek olarak duvarlarda meydana gelen enerji kayıpları gösterilmektedir(İnternet 4).



Grafik 3.1. Duvarlarda Meydana Gelen Enerji Kaybı(Koçlar Oral, 2000).

Grafik 3.1. de görüldüğü gibi Türkiye’de duvarlardan meydana gelen enerji kaybı tavsiye edilen azami enerji tüketiminin üzerindedir.

Isı yalıtımsız dış duvarda, malzemeye bağlı olarak ısı geçirimliliği, yapının ısıtma enerjisi gereğini artırmakta; bu durumda çevre kirliliğine neden olan gaz oranları da artmaktadır. Yalıtımdan vazgeçerek, yapım maliyetinin düşürülmesi bir avantaj olarak görülmekte ise de termal konforu sağlamış bir iç ortamda yaz ve kış mevsimlerinde harcanan enerji ile kullanıcılar, ulusal ekonomimiz ve çevremiz büyük kazançlar sağlamaktadır.

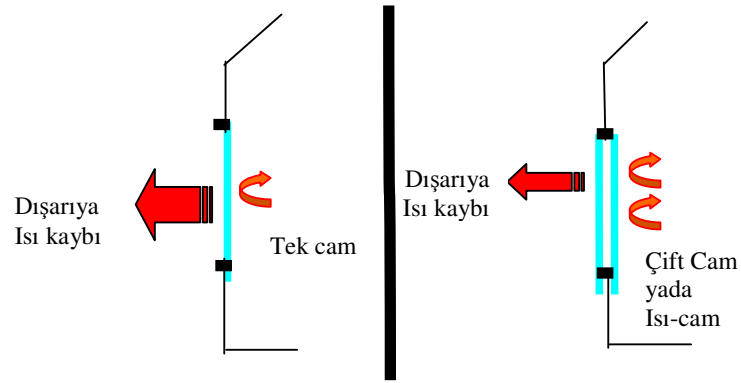
3.1.2. Çatılarla İlgili Sorunlar

Yapılardaki ısı kayıplarının çok önemli bir bölümü çatılarda olmaktadır. İster ısıtma, ister soğutma durumlarında olsun, çatılarda ısı kaybını ve yazın ısı kazancını önlemek önemlidir. Bir yapıda ısı yalıtımının yapılması gereken en önemli yer çatıdır. Ülkemizde yapılarda enerji tüketim eğilimlerinin belirlenmesi amacıyla DİE

(Devlet İstatistik Enstitüsü) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada coğrafi bölgeleri temsilen seçilmiş 9 il merkezinin (Samsun, Erzurum, Gaziantep, Konya, Ankara, Kocaeli, İstanbul, İzmir, Antalya) enerji tüketim eğilimleri belirlenmiştir. Çalışmaya göre Ülkemizdeki konutların sadece %10.2' sinde çatı yalıtımı bulunmaktadır.) Bu da ülkemizde yapılarda ısı kayıplarında çatıların önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. En çok çatı yalıtımlı konut Marmara Bölgesinde olup Türkiye içerisindeki oranı %43.4' dür. Çatı yalıtımında kullanılan malzemenin %56.8'i köpük, %20.9'u cam elyaf ve %22.3'ünde de diğer malzeme kullanılmıştır(İnternet 5).

3.1.3. Pencerelele İlgili Sorunlar

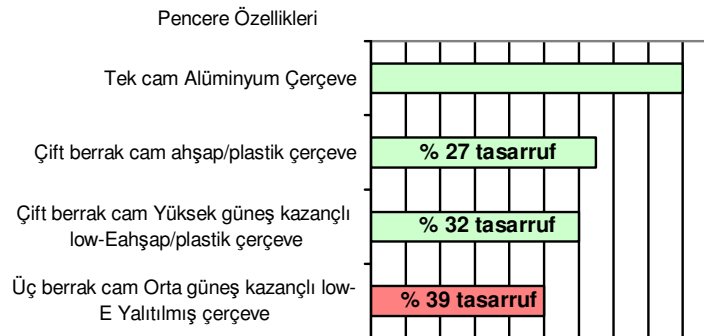
Görevi iç hacimlerin yeterli ölçüde aydınlatılması ve iç ortam ile dış ortam arasındaki görsel bağı sağlamak olan ve bu yüzden de saydam bir eleman olması gereken pencereler yapı kabuğunda ısı kaybının en çok gerçekleştiği bileşenlerdir. Soğuk iklimlerdeki yapılarda pencere sistemlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada, örnek bir yapıdaki ısı kayıplarının % 15-25 pencerelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir(Bektaş ve Aksoy, 2005). Büyük ısı kayıplarına sebep olan bu yüzeyler güneşli kış günlerinde ışınlama ısı kazancı sağlamalarına karşı, kapalı kış günlerinde kazanç çok az olduğu için dışarıya olan ısı kayıpları nedeniyle toplamda yapının ısı ihtiyacının artmasına neden olurlar. Özellikle gün batımından sonra hiçbir kazanç sağlayamadıkları için bu açıklıklar, çift cam olsalar bile yalnızca ısı kaybı kaynağı haline gelirler. Isıtma ihtiyacını belirleyen önemli bir parametre pencerelerde kullanılan cam türüdür. Tek satırlı cam yüzeylerin ısı iletim değeri duvarların yaklaşık 5 katı kadardır.



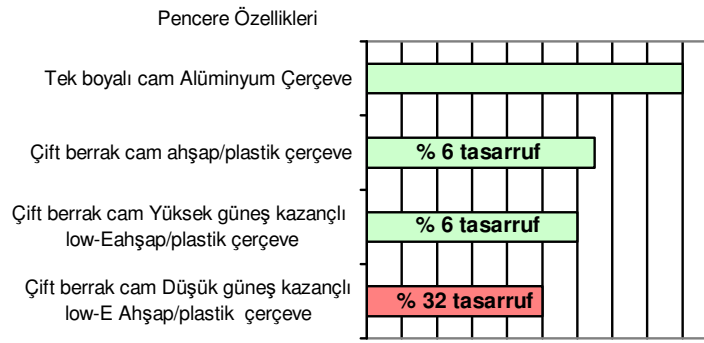
Şekil 3.2. Pencerelerdeki Isı Kayıpları(Özkan, 2005)

Isıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanırken göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husus pencerelerin yönleridir. Yönlere bağımlı olarak değişen yalnızca güneşten ısı kazancıdır. Bu nedenle güneş enerjisinden pasif olarak doğrudan yararlanan sistemlerde, pencere alanının, cephelere göre dağılımları değiştirilerek uygulanmaktadır. Böylece yapının ısı kaybının artmasına neden olmaksızın kış mevsiminde ısı kazançlarının artırılması sağlanabilir.

Pencerelerde kullanılan doğrama ve cam türlerine göre enerji tüketimi değişmektedir. Aşağıdaki şekillerde, enerji etkin özelliklere sahip bazı pencere tasarımları ile örnek bir evde sağlanan yıllık ısıtma ve soğutma maliyetindeki azalma oranları gösterilmektedir.



Grafik 3.2. Enerji Etkin Pencere Türlerine Göre Örnek Bir Evin Yıllık Isınma Maliyetinde Azalma Oranları(Esin, 2007)



Grafik 3.3. Enerji Etkin Pencere Türlerine Göre Örnek Bir Evin Yıllık Soğutma Maliyetinde Azalma Oranları(Esin, 2007)

3.1.4. Döşemelerle İlgili Sorunlar

Evlerdeki döşemelerin altları dışarı açıksa (birinci kat çıkmaları gibi), yada döşemenin altında ısıtılmayan hacimler varsa (bodrumlar, kapalı garajlar, kullanılmayan daireler gibi), döşemelerden buralara ısı kayıpları ortaya çıkar. Örneğin, ısıtılmayan bodrum katları nedeniyle üstünde oturanlar özellikle kış aylarında soğuktan yakınır.

3.2. Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Yakıt Türleri

Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin de etkisi sistemlerin enerji maliyetlerini çok daha önemli hale getirmektedir. Kullanılacak enerji kaynağının cinsini ve kurulacak sistemin amortisman süresini belirlerken, bugünkü enerji maliyetlerinin yanında gelecekteki maliyetleri de dikkate alınmalıdır.

1. Kömür

Kömür, merkezi sistemlerde bireysel sistemlere göre daha yüksek verimle yakılabilmektedir.

- Ancak kömürün ısıttığı su veya buharın taşıma maliyetleri (pompalama enerjisi, borulardaki ısı kayıpları, vb) dikkate alındığında bireysel sistemler enerji tüketimi yönünden genellikle daha avantajlıdır.

- Ayrıca balanslama ve bireysel kullanım dikkati de bireysel sistemleri daha ekonomik kılmaktadır.

- Kömürün dairelere taşınması, depolanması yakılması, külünün atılması gibi zorluklar, konfor ve çevre şartları dikkate alındığında, enerji tüketiminin daha fazla olmasına rağmen merkezi sistemler daha az dezavantajlı görünmektedir.

- Ancak çevre şartları (hava kirliliği, vb) nedeniyle özellikle toplu yerleşim yerlerinde(şehir, kasaba, vb.) kömürün kullanım imkanı çok sınırlanmıştır(Küçükyalı, 2005).

2. Fuel-Oil ve Motorin

- Kömür için söz konusu olan dezavantajları aynen sahiptir.
- Fuel-oil daha çok bölge ısıtmasında, doğal gazın olmadığı yerlerde kullanılmaktadır.

- Motorin ise yine doğal gazın olmadığı yerlerde, LPG kullanımına da olanak yoksa bireysel sistemlerde kullanılmaktadır.

- Bölge ısıtmasında fuel-oil, bireysel ısıtmada ise motorin kullanıldığı kabulüyle bir karşılaştırma yaparsak: Fuel-oil kullanılan iyi projelendirilmiş ve uygulanmış bölge ısıtması veya merkezi sistemlerin teorik işletme maliyetleri, motorin veya LPG kullanılan bireysel sistemlerden daha düşüktür. Ancak bireysel ısıtmadaki kişisel olarak tasarruf edebilme isteği ve bireysel konfor beklentileri sistem tercihinde daha önemli kriterler olarak görülmektedir(Küçükyalı, 2005).

3. LPG

- LPG nin maliyeti bugün motorin ile yakın seviyelerdedir. Ancak LPG'nin depolanması için daha özel şartlar gerekmektedir. Apartman dairelerinde tüp gaz ile kullanımda ise sınırlı depolama olanağı ve daha fazla risk oluşmaktadır.

- LPG kullanımı doğal gaz yoksa veya yakın bir gelecekte gelecek ise gelinceye kadar kullanılabilir uygun bir alternatif olmaktadır. LPG kullanımında risk oluşumunu en aza indiren standartlar mutlaka uygulanmalıdır (her yakıtın depolanmasında ve kullanımında olduğu gibi).

- LPG merkezi ve bireysel sistemlerde aynı yüksek verimle kullanılabilir.

•LPG kullanılan merkezi sistemlerde en az bir kazanın yoğuşmalı tip, brülörlerin oransal ve baca çekişinden etkilenmeyen tipte seçilmesi bugün için çok daha uygun görünmektedir.

Bireysel ısıtma sistemlerinde de yoğuşmalı kombilerin kullanımı enerji tüketimini azaltmaktadır. Artan yakıt fiyatları çok kısa bir süre sonra yoğuşmalı kombilerin kullanımını zorunlu kılacak gibi görünmektedir(Küçükyalı, 2005).

4. Doğal Gaz

•Doğal gaz bugün için kullanılabilir en ucuz yakıt cinsi olarak görünmektedir. Doğal gaza göre; Fuel-oil ~ 2 kez, LPG ~ 3 kez, Motorin ~ 4 kez, Elektrik ~ 4 kez daha pahalıdır.

•Doğal gaz bölge ısıtması ya da merkezi ısıtma sistemlerinin ısı merkezlerinde ve bireysel kullanımlarda aynı verimle yakılabilmektedir. Ancak:

a. Bölge ısıtması ve merkezi ısıtmalarda, kazanlarının daha yüksek sıcaklıkta çalıştırılmasından gelen kayıplar (kazan verimi, durma kayıpları ve yoğuşma enerjisinden daha az yararlanabilme, vb),

b. Dağıtım için harcanan ilave pompalama enerjisi,

c. Dağıtım borularındaki ısı kayıpları,

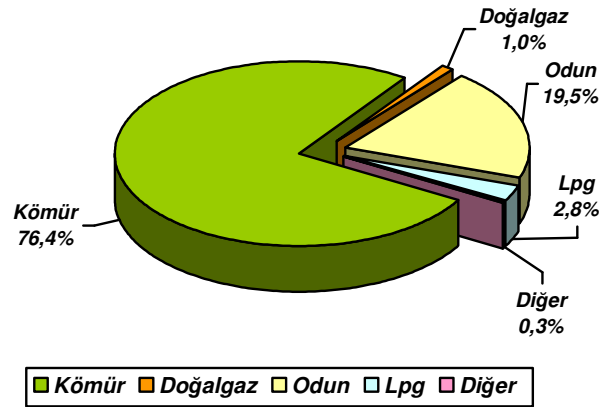
d. Balanslamadan gelen verim kayıpları,

e. Büyük sistemler için gerekli olan işletme personel masrafları,

f. Dağıtım sisteminin bakım ve onarım masrafları, vb ilave maliyetler nedeniyle bölge ısıtmaları ve merkezi ısıtma sistemlerinin işletme maliyetleri çok daha yüksektir(Küçükyalı, 2005).

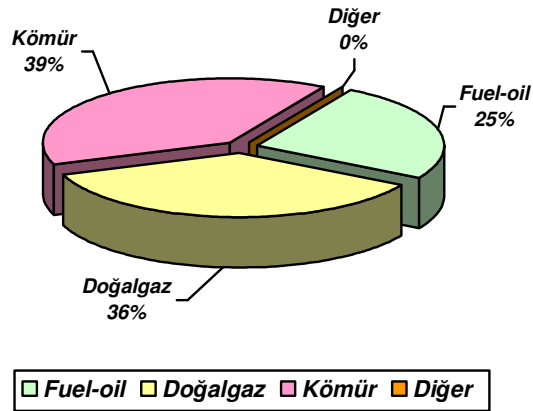
DİE tarafından enerji tüketim eğilimlerini belirlemek için gerçekleştirilen çalışmaya göre;

- Ülkemizdeki konutların %13.9'u kalorifer, %85.9'u soba ve %0.2'si de diğer bir ısıtma sistemi ile ısıtılmaktadır.
- Soba ile ısıtılan konutlarda %76.4'ü Kömür (Taşkömürü, linyit, kok, ithal kömür), %19.5'i Odun, %2.8'i LPG, %1.0'u Doğalgaz, %0.3'ü diğer (kabuk, çekirdek, mazot vb.) yakıt cinsleri tüketilmektedir.

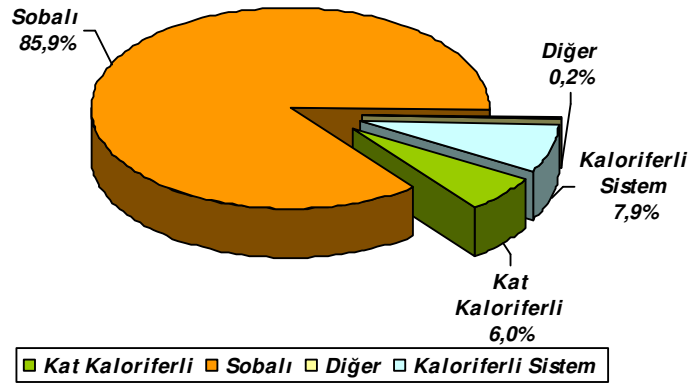


Grafik 3.4. Sobalı Konutlarda Kullanılan Yakıt Türleri (İnternet 5)

- Ülkemizde ısıtma sistemleri kaloriferli olan konutların %38.9'u kömür, %35.8'i doğalgaz, %24.9'u fuel-oil ve %0.4 de diğer bir yakıt türü tüketmektedir.
- Marmara Bölgesinde ısıtma sistemi kaloriferli olan konutların %56.2'sinde, İç Anadolu bölgesinde ısıtma sistemi kaloriferli olan konutların %40.5'inde doğalgaz kullanılmaktadır.
- Ege Bölgesinde bulunan kaloriferli konutların %72.9'unda, Doğu Anadolu'daki kaloriferli konutların %69.6'sında ve Karadeniz Bölgesindeki konutların %63.6'sında kömür kullanılmaktadır.
- Akdeniz bölgesinde bulunan kaloriferli konutların %80.4'ünde, Güney Doğu Anadolu'daki kaloriferli konutların 79.9'unda fuel-oil kullanılmaktadır.



Grafik 3.5. Kaloriferli Konutlarda Kullanılan Yakıt Türleri(İnternet 5)



Grafik 3.6. Isıtma Sistemleri(İnternet 5)

3.3. Güneş Sistemlerinden Yararlanmama

Yapılarda enerji tasarrufu sağlamanın etkili yöntemlerinden biri, sınırlı kaynaklar yerine yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjiyi kullanmaktır. Bu şekilde hem tükenebilir kaynaklar korunarak gelecek nesillerin de kullanımına olanak sağlanmakta, hem de çevresel değerlere zarar verilmemektedir. Çünkü, bu tür enerjilerin kullanımının doğa ve insan sağlığı üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur. Değişik sektörlerde kullanılabilen çok çeşitli yenilenebilir enerji türleri vardır.

Sonsuz bir enerji kaynağı olan güneşten yararlanmak ise yapılar için en uygunu olmaktadır. Özellikle güneşten pasif yöntemlerle yararlanmak için yapının malzeme ve elemanları kullanılmaktadır. Bunun için bazı yapı elemanları ve malzemeleri yapıdaki genel işlevlerinden başka, bu amaca yönelik de kullanılmakta ve buna göre tasarlanmaktadır.

Yapılarda güneş enerjisinden mümkün olduğu kadar çok yararlanmak enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Çeşitli yöntemlerle güneş enerjisinden soğutma ve ısıtma amaçlı yararlanmak mümkündür. Bu şekilde yapıların enerji yükleri azalmaktadır.

DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri) Genel Müdürlüğünde mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışıyım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıyım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 3.1.'de verilmiştir(İnternet 12).

Tablo 3.1.'de Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli(İnternet 12).

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMI, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir(İnternet 12).

Yukarıda belirtilen yüksek derecede güneş alım sonuçlarına rağmen ülkemizde güneş sistemlerinden sadece sıcak su elde etmek amacıyla yararlanılmaktadır. Bu da enerji etkinliği açısından oldukça önemli bir kayıptır.

3.4. Yapının Yönlenme ve Biçimlenme Faktörleri

Geçmişten günümüze İklim, yapay çevreyi şekillendirmekte en önemli etkenlerden biri olmuştur. İklim koşulları yapı tasarımı ve yapımı süreçlerinde göz önünde tutulmalıdır. İklim ve arazi koşullarını dikkate almayan tasarımlar büyük enerji kayıplarına sebebiyet verebilmektedir. Çevreyle uyumlu şekilde yapılan biçimlenme sistemleri ısıtma ve soğutma yüklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yapının enerji tüketimini etkileyen biçimlenme ve yönlenme ile ilgili faktörler aşağıda verilmiştir.

3.4.1. Yapının Yeri

Yapının yeri arazi parçasının eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün ifade edildiği, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Aynı zamanda yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesini olanaklı kılar(Berköz, 1995).

3.4.2. Yapının Diğer Yapılara Göre Konumu

Yapıyı etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışıınımı ve hava hareketi hızı çevre yapıların veya diğer engellerin ele alınan yapıdan uzaklığına, yüksekliğine ve bu yapıya göre konumlandırılış durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Güneş ışıınımından maksimum yararlanılmak istendiğinde, yapı aralıkları komşu yapıların

ve diğer engellerin en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır (Bayazıt ,1992).

3.4.3.Yapının Boyutları ve Biçim Faktörü

Hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, hacmi çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama ışınsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar(Manioğlu ve Yılmaz, 2002).

3.4.4.Yapının yönlendiriliş durumu

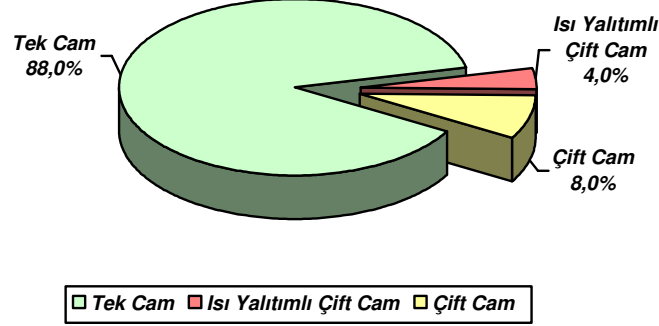
Yapıyı çevreleyen kabuk elemanlarından güneş ışıınımı aracılığı ile kazanılan ısı miktarı, iklimsel konforu etkileyen iç hava sıcaklığı ve ortalama ışınsal sıcaklık gibi çevresel değişkenlerin değerlerinin değişiminde rol oynayan önemli etkenlerden biridir. Buna göre, farklı yönlere bakan yüzeyleri etkileyen güneş ışıınımı şiddeti de farklı olacaktır. Bu nedenle, yapı içi hacimlerin güneş ışıınımından kazandığı ısı miktarı yapı dış kabuğunun baktığı yönün bir fonksiyonudur(Yılmaz, 1988).

3.5. Bölüm Sonucu

Türkiye’de toplam enerji tüketimi içerisinde yapıların çok büyük payı olduğu ve enerji kullanımı açısından ülkemizin dışa bağımlı bir ülke olduğundan yukarıdaki bölümlerde detaylı olarak bahsedilmektedir. Bundan dolayı ülkemizdeki yapılarda enerji tüketimini etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi ve bu sorunlara göre çözüm önerileri üretilmesi gerekmektedir.

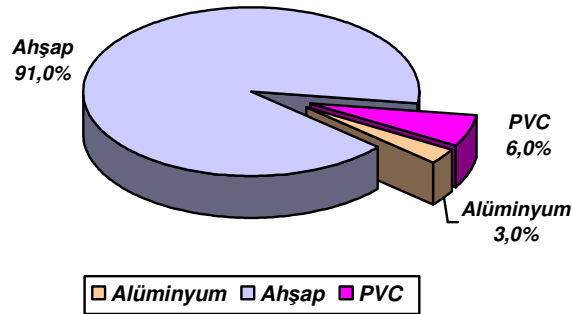
Ülkemizdeki yapılarda enerji tüketimini etkileyen sorunların başında ısıtma ve soğutma yüklerinin fazla oluşu gelmektedir. Özellikle ısıtma için harcanan enerji, yapılarda harcanan toplam enerji içerisinde en yüksek orana sahiptir. Yapı dış kabuğunda yeterli yalıtımın yapılmayışı, kalitesiz ve yanlış malzeme kullanılması, pencere sistemlerinin uygulanışında enerji etkinliğine dikkat edilmemesi gibi sebeplerden yapıda ısı kayıpları olmakta bu da enerji tüketimini arttırmaktadır.

DİE' nin yapmış olduğu bir çalışmaya göre Ülkemizdeki mevcut konutların cam tipleri incelendiğinde, %87'sinde tek cam, %9'unda çift cam, %4'ünde ısı yalıtımlı çift cam kullanıldığı görülmüştür.



Grafik 3.7. Konutlarda Kullanılan Cam Tipleri(İnternet 5)

Mevcut konutlarda pencere doğrama çeşidi olarak, %91'inde ahşap doğrama, %6'sında PVC doğrama, %3'ünde alüminyum doğrama kullanıldığı görülmüştür (İnternet 5).



Grafik 3.8. Konutlarda Kullanılan Pencere Doğrama Tipleri(İnternet5)

Bu veriler Türkiye'deki yapıların pencere cam ve doğramalarında büyük enerji kayıplarının gerçekleştiğini göstermektedir. Doğrama ve cam türlerinin yanı

sıra pencere yapımında uygulanan kötü işçilikte enerji kayıplarına sebep olmaktadır. Özellikle ülkemizde bu konuda uygulama yapan kişilerin kalifiye elemanlardan oluşmayışı ve uygulama detaylarına gereken önemin gösterilmeyişi kötü işçiliklere sebep olurken paralelinde enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir.

Isıtma sistemleri ve ısıtma sistemlerinde kullanılan yakıt türleri de enerji tüketiminde önemli parametrelerdir. Sonsuz bir kaynak olan ve ülkemizin coğrafi konumu açısından oldukça etkili olan güneş enerjisinden de ülkemizde yeterli miktarda faydalanılamamaktadır. Güneş enerjisinden yararlanma sistemleri hakkında halkın yeterince bilinçlenmemesi, yatırımcıların bu konuya gerekli ilgiyi göstermemesi ve maliyetleri yüksek olan sistemler oluşu tercih edilmemelerine sebep olmaktadır.

Yapının tasarım aşamasında dikkate alınan iklimle uyumlu tasarım kriterleri, yapının yönlendiriliş biçimi, yapı formu, yapının yeri gibi unsurlar da enerji etkinliğini etkilemektedir. Bu aşamada mimar ve mühendislerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde maalesef tasarım aşamasında bu kriterler çok fazla dikkate alınmamaktadır. Piyasada aktif olarak çalışan mühendis ve mimarların bu konuda uzmanlaşmış kişilerle diyalog halinde olması, enerji etkin tasarım yöntemleriyle ilgili gündemi takip ederek duyarlı davranmaları gerekmektedir.

4.MEVCUT YAPILARDA ENERJİ ETKİNLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Enerjinin etkin kullanımı, genel olarak, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Enerjinin etkin kullanımı ile sağlanacak enerji tasarrufu daha ucuza elde edilebilen bir enerji kaynağıdır. Yapı sektörü enerji tüketiminin önemli bir payını oluşturduğundan, yapı sektöründe enerjinin etkin kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasının sağlanması, diğer sektörlerle de bir kazanç olarak yansımaktadır. Ancak yeni yapılardan çok mevcut yapılarda yoğun enerji tüketimi görülmektedir.

Türkiye'de mevcut yapıların yıllık ortalama enerji ihtiyacı 195 kWh/m² olarak hesaplanmaktadır(Dilmaç ve Tırıs, 1995). Bu rakamın 2010 yılına kadar 50 kWh/m² seviyesine çekilmesi hedeflenmelidir. Bu amaçla, mevcut yapılar enerji etkin hale getirilmelidir. Bu bölümde mevcut yapılarda enerji etkinliğini iyileştirmeye ilişkin öneriler sunulmaktadır.

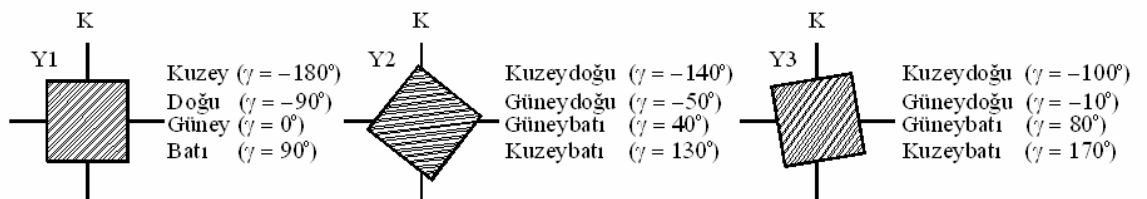
4.1. Enerji Etkin Yapı Tasarım Yöntemleri

Yapılarda enerji etkinliğinin sağlanmasında en etkili yol başlangıç aşamasında yapıların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanmasıdır. Yapıların yüklendiği başlıca işlevler arasında pasif ısıtma işlevine deyinmek olanaklıdır. Bu tür işlevi yüklenmelerinden ötürü yapılar pasif ısıtma sistemleri olma niteliklerini de kazanmaktadırlar. Sözü edilen işlevi optimal düzeyde yerine getiren yapılar iklim kontrolünde optimal performans gösterirler. Dolayısıyla, istenen termal koşulları yapma ısıtma sistemlerine minimum düzeyde takviye edici görev yüklenmesiyle gerçekleştirirler. Yapma ısıtma sistemlerine minimum düzeyde görev yüklenmesiyle, enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji harcamalarının minimuma indirgeneceği açıktır. Bu tür enerji tüketimini minimum düzeye indirmek, yapıları iklim kontrolünde optimal performans gösteren pasif ısıtma sistemleri olarak tasarlamakla olanaklıdır(Koçlar Oral, 2000).

Bir yapının enerji etkinliğini arttırmak için uygulanabilecek tasarım yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

4.1.1. Yapının Optimum Yönlendirilmesi

Güneş ışınımının ısıtıcı etkisi ve rüzgarın serinletici etkisi yapının yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Bu nedenle, güneş ve rüzgarın yararlı etkilerinin optimize edilebilmesi için yöresel iklimsel gereksinmelere bağlı olarak tasarım aşamasında yapılar için en uygun yönlendiriliş durumun belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.1. Bina Yönlendiriliş Durumları(Aksoy ve ark., 2004)

Aksoy ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada 3 farklı konumda yerleştirilen bir binanın anlık ısı kaybı ve kazançları teorik olarak incelenmiştir.

Maksimum ısı kaybının gerçekleştiği şekil 4.1.'de yer alan Y1 konumunda “kuzey”, Y2 konumunda “kuzeydoğu” ve Y3 konumunda “kuzeybatı” yönlerine binalar tasarlanırken dikkat edilmelidir. Isıtma mevsimi boyunca gerçekleşen toplam ısı kaybının; Y1 konumundaki “kuzey” duvarının “güney” duvarına göre %73, “doğu” ve “batı” duvarlarına göre %37, Y2 konumundaki “kuzeydoğu” duvarında “güneybatı” duvarına göre %59, “güneydoğu” duvarına göre %50, “kuzeybatı” duvarına göre %20 ve Y3 konumundaki “kuzeybatı” duvarında “güneydoğu” duvarına göre %57, “güneybatı” duvarına göre %21, “kuzeydoğu” duvarına göre %5 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu yönlerde yapıların dar cepheleri tanzim edilmeli ve saydamlık oranı da diğer cephelere göre düşük tutulmalıdır. Ayrıca Y2 konumunda “güneydoğu” duvarına ve Y3 konumunda da “güneybatı” duvarına tedbirler alınmalı ve özellikle saydamlık oranı, hacmin aydınlatılması da düşünülerek diğer cephelerden daha düşük tutulmalıdır(Aksoy ve ark., 2004).

Literatürde yer alan; binaların doğu-batı doğrultusunda uzaması, geniş cephelerinin kuzey-güney doğrultusunda olması ve özellikle kuzey cephesinde saydamlık oranının düşük tutulması gibi kabuller Aksoy ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmayla sayısal değerlerle ispat edilmiştir(Aksoy ve ark., 2004). Bina kabuğunun pasif ısıtma sisteminin bir elemanı olarak tasarımı, ısı kayıplarının minimize edilmesi ve enerji etkinliği açısından büyük bir öneme sahiptir.

4.1.2. Uygun Yapı Biçimlenmesi/Formu

Yapı formu, yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı, yapı yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenlerin bütünüdür. Farklı formlara sahip yapıların ısı kayıp ve kazançlarının da farklı olacağı açıktır. En az yakıt tüketimine sahip olacak yapıyı tanımlamada yapı formu, yapı kabuğu ile birlikte ele alınarak uygun değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin kış güneşini alabilmek için güney cephelerinin yüksek, soğuk rüzgarlardan korunabilmek için kuzey cephesinin alçak yapılması, yine soğuk iklimlerde kış iklim şartlarından korunabilmek amacıyla, ısı kayıplarını olabildiğince azaltmak için küçük pencereli, derli toplu plan tipine sahip, korunaklı, kompakt yapı tasarımlarına gidilmesi uygunken, sıcak bölgelerde de bunun aksine daha parçalı, avlulu plan tipleri gibi sistemleri uygulamak gerekir. Bu sayede ısıtma ve soğutma için harcanacak enerji miktarını en aza indirmek mümkün olacaktır.

4.1.3. Yüksek Optiksel ve Termofiziksel Performanslı Yapı Kabuğu Tasarımı

Yapı kabuğu iç ve dış çevreyi ayıran yapı elemanlarını kapsamaktadır. Yapı kabuğundan güneş ışıınımı aracılığı ile kazanılan ısı miktarı yapı kabuğunun güneş ışıınımına karşı yutuculuk geçirgenlik yansıtıcılık gibi optik özellikleri ile toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı (pencere alanın cephe alanına oranı) gibi termofiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Tasarım aşamasında bu özelliklere, ısıtmanın istendiği dönemde güneş ışıınımından maksimum yarar sağlayacak değerlerin kazandırılması enerji ekonomisi açısından gerekli olmaktadır(Koçlar Oral, 2000).

4.1.4. Pasif Güneş Tasarım Yöntemlerinin Kullanılması

Güneş enerjisi doğal süreçlere neden olan ışınsal bir ısı kaynağıdır. Pasif güneş sistemlerine yönelik tasarım uygulamaları ile, kış ayları boyunca güneş ısı kazançlarını artırma, yaz ayları boyunca da soğutma ve havalandırma sağlanmaktadır. Bu tasarımlarda ana prensip olarak, ısısal enerjisinin iletim(kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışınm (radyasyon) yoluyla akışı kullanılmaktadır. Bu doğal süreçler yapının ısınmasına ve soğutulmasına yardım eden bir yapı tasarımı aracılığıyla yönetilebilir. Yapı yüzeyine gelen güneş ışınları yapı malzemesi tarafından yansıtılır, geçirilir veya emilir. Ayrıca güneş tarafından üretilen ısı, tasarlanmış alanlar içinde önceden tahmin edilebilir hava hareketlerine neden olmaktadır. Güneş ısısının bu temel etkisi, yapının içinde ısınma ve soğutma etkisi sağlayan malzeme seçimi ve yapı elemanı tasarımına öncülük eder. Bu tasarımlarda uygun yapı malzeme seçiminde malzemelerin kalınlığı, yoğunluğu (δ) (g/cm^3), ısı iletim katsayısı (λ) ($\text{W/m}^\circ\text{K}$) özgül ısısı (c) ($\text{Wh/m}^3^\circ\text{K}$), yüzeyinin ışığı emme ve yansıtma katsayısı, yüzeyin düzlüğü veya pürüzlülüğü, boşluk ve doluluğu göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü bu özellikler yapının güneş ısı kazanç ve kayıpları ile ısı alışverişini belirlemektedir. Yapı elemanı tasarımında ise yapı elemanlarının tek veya çok katmanlı oluşu, tabakalar arasındaki boşluğun derinliği, şeffaf elemanların ölçüleri, cam tabakaların sayısı, camların ısı geçirgenlik katsayısı, camların güneş ışınlarını emme, yansıtma, dağıtma ve geçirme katsayıları gibi fiziksel özellikleri de bu tasarımlarda önemli olmaktadır. Yapılarda pasif yöntemlerle güneş enerjisinden yararlanmak için temel kurallar şunlardır;

- Yapı doğu-batı doğrultusunda uzanmalıdır,
- Yapıların yüzeyi ısınma mevsimi boyunca 9-15 saatleri arasında güneş ışığı almalıdır,
- Daha fazla ışık, ısıtma ve soğutma gereksinimi olan iç mekanlar yapının güney yüzeyinde, daha az kullanılan mekanlar kuzey yönde bulunmalıdır,
- Sıcak mevsimlerde iç mekanlara güneş ışınlarının girmesi önlenmelidir.

Bu temel kurallar çerçevesinde tasarlanan pasif güneş sistemleri ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılmaktadır(Esin, 2006).

1) Pasif güneş ısıtması

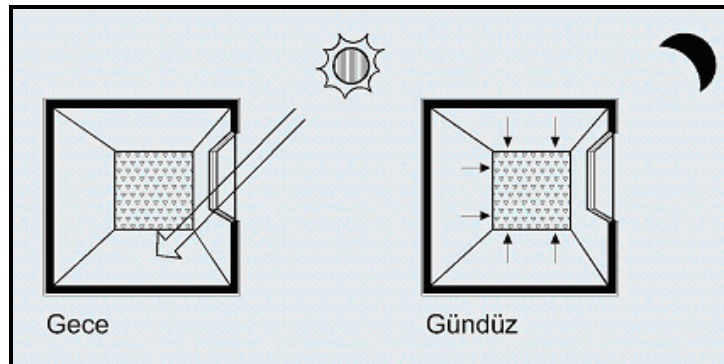
Pasif güneş ısıtmasına yönelik sistemlerle, güneş ısınıyı yapı elemanları veya malzemeleriyle elde etmek, depolamak ve güneş ışınları olmadığı ısıtma zamanlarında geri bırakmak amaçlanmaktadır. Bunun için başlıca iki eleman gereklidir:

- Güney yöne bakan cam yüzey,
- Güneş ısınıyı emen, depolayan ve dağıtan ısısal kütle.

Pasif güneş ısıtmasına yönelik yöntemlerde, güneş ışınlarının ısısal etkisinden yararlanmaya yönelik, doğrudan kazanç, dolaylı kazanç ve yalıtılmış kazanç olmak üzere üç yaklaşım vardır(Esin, 2006).

a) Doğrudan ısı kazancı sağlanması:

Bu yöntemde günlük yaşam alanları, güneş ısınıyı toplayan, emen ve dağıtan bir sistem görevi yapmakta, yapının işlevsel yapı elemanları olan döşeme ve duvarlar ısısal kütle olarak çalışmaktadır. Isıyı depolamak için su kapları kullanmak da mümkündür. Doğrudan kazanç sisteminde pencereye vuran güneş ışınlarının % 60-75 kadarından yararlanmak mümkün olabilmektedir(İnternet 8). Güneye yönelmiş cam yüzeylerden içeri giren güneş enerjisi ısısal kütleler aracılığıyla emilerek toplanır. Gün boyunca ısıyı bünyesinde depolayan ısısal kütle gece olduğunda yaşama alanlarına geri vermekte ve ortamın ısınmasını sağlamaktadır(Esin, 2006).



Şekil 4.2. Doğrudan Kazanç Sistemi(Esin, 2006)

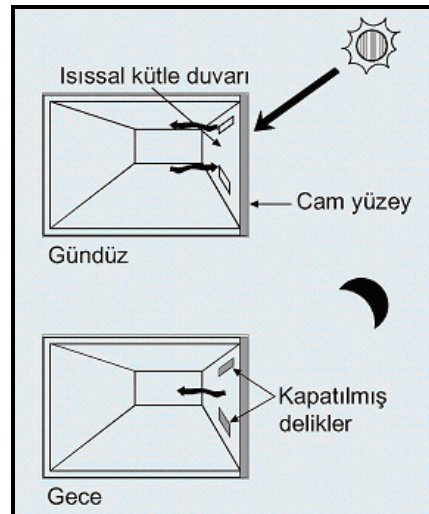
Bu yöntem ile güneş enerjisinden yararlanabilmek için;

- ısısal kütle malzemesi 150 mm'den daha kalın olmamalı,
- ısısal kütle görevi yapacak olan döşeme, duvardan duvara halı ile kaplanmamalı,
- güneş ışınlarını toplayabilmek için mümkün olduğu kadar koyu renge boyanmalı,
- ısısal kütle görevi yapacak olan betonarme malzeme boşluksuz olmalıdır.

b) Dolaylı ısı kazancı sağlanması:

Bu sistemde güneş ile yaşam alanları arasında yer alan ısısal kütle yüzeye gelen güneş ışınlarını emer ve kondüksiyon aracılığıyla yaşama alanlarına taşır. Dolaylı kazanç sistemi ile cam yüzeye vuran güneş enerjisinin % 30-45'inden yararlanmak mümkün olmaktadır. İki tür dolaylı ısı kazanç sistemi vardır(Esin, 2006).

Isısal kütle duvar (trombe walls): Bu sistemde ısısal kütle duvar, güney cam yüzeyin hemen arkasında yer almaktadır. Duvarının üstünde ve altında bulunan açılabilir havalandırma delikleri, ısıнын yükselerek cam ile duvar arasından yaşam alanlarına girmesine izin verir. Gece havalandırma delikleri kapatıldığı zaman da, depolanan güneş ısıısı ısısal kütle duvardan yaşam alanlarına kondüksiyon yoluyla taşınarak iç ortamı konforlu hale getirmektedir(Esin, 2006).



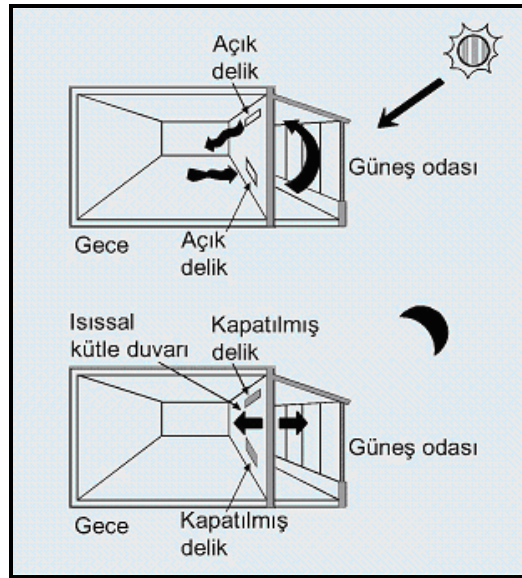
Şekil 4.3. Isısal Kütle Duvarın(Trombe Walls)Gece Ve Gündüz Çalışması
(Esin, 2006)

Dolaylı kazanç sisteminde ısısal depolama için temel kurallar şunlardır (İnternet 8)

- ısısal kütle duvarın güneşe bakan dış yüzü koyu renk olmalıdır,
- cam ve ısısal kütle arasında en az 100 mm boşluk olmalıdır,
- ısısal kütle içinde kullanılan havalandırma delikleri gece kapatılmalıdır,
- iyi şekilde yalıtılmış ev, zemin alanının her bir metre karesi için yaklaşık 0.0185 m² ısısal kütle gerektirmektedir,
- ısısal duvar sistemi içinde hareketli gece yalıtımı kullanılacaksa ısısal kütle duvar alanı %15 kadar azalabilir,
- ısısal kütle duvar kalınlığı tuğla için yaklaşık 250-350 mm betonarme için 300-450 mm, kerpiç için 200-300 mm olmalıdır.

Çatı havuzu sistemi (roof pond): Bu sistemde ısısal kütle görevini çatıda yer alan 15-30 mm yüksekliğinde bir su kütlesi yerine getirmektedir. Su, genellikle camla kaplanmış geniş plastik veya fiberglas kapların içinde depolanmaktadır. Güneş ışınlarının ısıttığı su kütlesi depoladığı ısıyı aşağıdaki hacme kondüksiyon yoluyla ileterek oranın ısınmasını sağlamaktadır. Daha çok, düşük nemli iklimler için uygun olan bu yöntemin strüktüre ek bir yük getirmesi gibi olumsuz bir durumu vardır. Ayrıca özenli bir drenaj sistemi ve açılıp kapanabilen hareketli bir yalıtım gerektirmektedir(Esin, 2006).

Yalıtılmış ısı kazancı sağlanması (sunrooms, solar green-houses): Yalıtılmış ısı kazancı yönteminde ısı toplayıcı ve depolayıcı elemanlar, yapının yaşam alanlarından ayrı fakat onu bütünleyen bir parça halindedir. Buraya gelen güneş ışığı odanın havası ve ısısal kütle içinde tutulmaktadır. Bu amaçla tasarlanan ve güneş odası diye adlandırılabilen bu eleman, doğrudan ve dolaylı kazanç sistem özelliklerinin bir arada düzenlemesi şeklindedir. Yapıya bitişik şekilde güney yöne yapılan güneş odası güneş ışınlarını toplayarak yapının ısı depolayan duvarına şekil 4.4. de görüldüğü gibi aktarır.Güneş odalarının bir avantajı da buraların bitki yetiştirmek veya oturmak gibi başka amaçlar içinde kullanılabilir olmasıdır.



Şekil 4.4. Yalıtılmış Kazanç Sisteminin Gece Ve Gündüz Çalışması(Esin, 2006)

Yalıtılmış kazanç sisteminin gece ve gündüz çalışması Güneş odaları için yalıtılmış kazanç sisteminde aşağıdaki şu konulara dikkat edilmelidir(İnternet 8).

- güneş odası alanının içindeki ısısal duvar koyu renk olmalı,
- ısısal kütle duvar kalınlığı tuğla için yaklaşık 250-350 mm betonarme için 300-450 mm, kerpiç için 200-30 mm olmalıdır,
- yaz ayları için bir havalandırma sistemi olmalıdır,
- güneş odası içinde yukarıda cam kullanılacaksa ısı yansıtıcı veya gölgeleme sistemi olmalıdır(Esin, 2006).

2) Pasif güneş soğutması

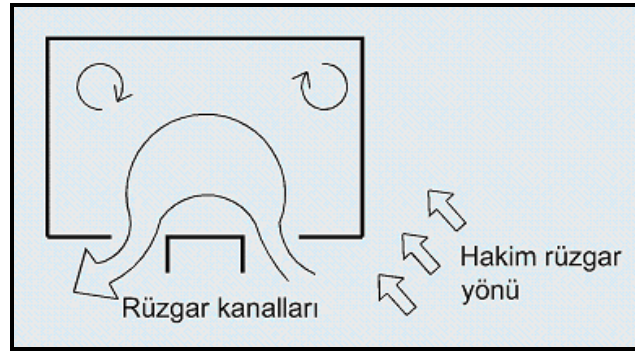
Sıcak nemli iklimlerdeki pasif yapı soğutmasında başlıca strateji doğal havalandırma sağlamaktır. Doğal havalandırma için açılabilir pencerelerin kullanımı en yaygın olanıdır. Ancak bu amaca yönelik pencere tasarımlarında uyulması gereken kurallar şunlardır;

- hakim rüzgar yönünde pencereler açılmalıdır,
- en iyi hava akışını düşey eksenli pencereler sağlamaktadır.

Yukarıdan veya aşağıdan yatay eksenli pencereler iyi bir havalandırma için tamamen açılmalıdır,

- eğer bir odada sadece bir tarafta pencere tasarlanacaksa, bir yerine iki geniş açıklıklı pencere kullanılmalıdır.

Pencerelerle sağlanan havalandırma, rüzgar kanatları (wing walls) denilen bir uygulamayla daha hızlı ve etkili hale gelebilmektedir. Rüzgar kanatları, yapının rüzgar yönündeki pencere boyunca dik olarak uzanan dolu panellerdir. Bu özellikleriyle farklı basınç alanları oluşturarak doğal rüzgar hızını artırır.

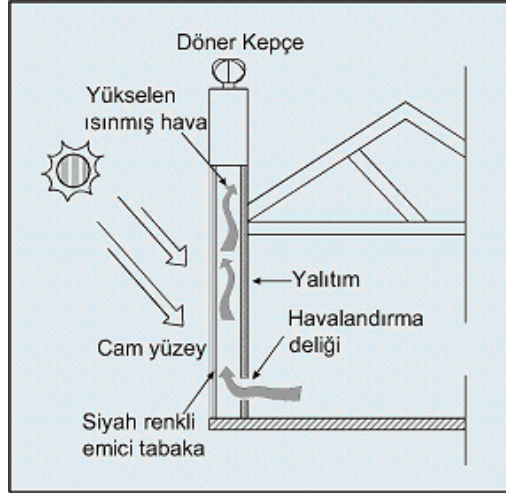


Şekil 4.5. Pencerelerde Hava Akışını Hızlandıran Rüzgar Kanatları(Esin, 2006)

Pencereler dışında havalandırma ve soğutmaya yönelik olarak ısısal baca denilen tasarımla güneş enerjisinden pasif yöntemle yararlanmak mümkün olmaktadır. Ayrıca, daha önceki bölümlerde bahsedilen ve ısı kazancı sağlama amacıyla düzenlenen ısısal kütle duvar ve güneş odası düzenlemeleri, farklı şekillerde kullanılarak havalandırma ve soğutma sağlayabilmektedir(Esin, 2006).

Isısal baca (thermal chimney) ile soğutma: Isısal bacalar, yapı dışındaki taze havayı içeri çeken bir toplayıcı şeklinde çalışmaktadır. Bu yöntemde, dışarı çıkışı olan sıcak veya ılık bir bölge aracılığıyla dış ortamdan yapı içine hava girişi hızlandırılmaktadır. Isısal bacalar, yapının güney cephesinde düzenlenmiş ve çatı seviyesinde sona eren dar bir baca konumundadır. Güneş alan yüzeyinde cam kaplama ve camın arkasında siyah renkli metal malzemeden güneş ışınlarını emen bir

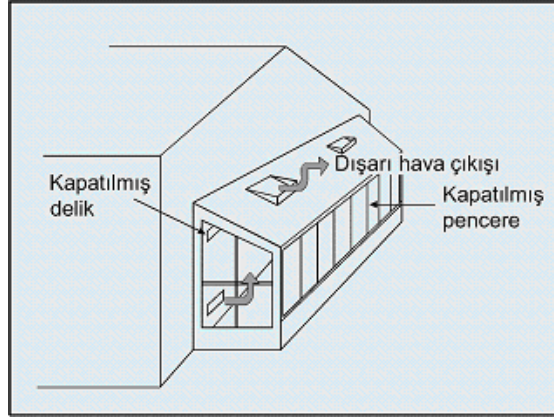
tabaka bulunmaktadır. Bu tabakanın arkasında bulunan baca içindeki hava kolayca yüksek sıcaklıklara ulaşabilmektedir. Bacanın yapıyla birleştiği yerde ısı kaybını önlemek için yalıtım yapılması gerekmektedir. Rüzgar hızı düşük olduğu zaman baca içindeki ısınmış havanın dışarı çıkışını hızlandırmak için üst kısma dönen metal bir kepçe yerleştirilebilir.



Şekil 4.6. Isısal Baca İle Havalandırma Ve Soğutma Sağlanması(Esin, 2006)

Isısal bacadan yükselerek dışarı çıkan hava, bacanın alt kısmında bulunan ve iç mekanla bağlantılı olan havalandırma deliğinden iç mekandaki havayı çekerek burada bir hava hareketi oluşturur. Baca tarafından çekilen iç havanın yerine yapının soğuk tarafındaki pencereden serin havanın içeri dolmasını sağlayarak, içeride hem havalandırma hem de soğutma meydana getirmektedir(Esin, 2006).

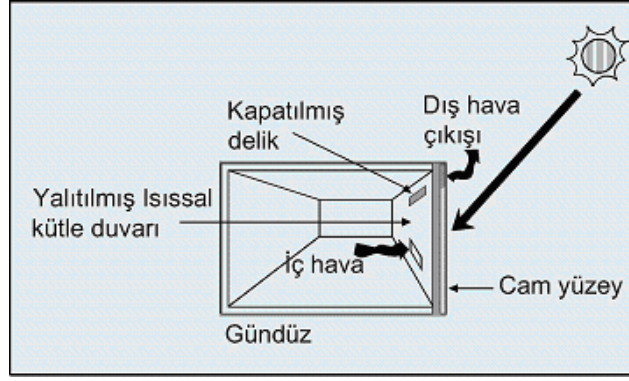
Güneş odası ve ısısal kütle ile soğutma: Güneş odaları ve ısısal kütle duvarlar yaz aylarında ısısal bacalara benzer şekilde soğutma amaçlı da kullanılabilirler. Güneye bakan güneş odasının içinde yaz boyunca aşırı ısınan ve yükselen hava, yukarıdaki hava deliğinden dışarı alınırsa, ısısal bacada olduğu gibi iç mekandaki hava hareketini hızlandırarak yeni taze havanın içeri girmesine yardım edebilir.



Şekil 4.7. Güneş Odasının Soğutma Ve Havalandırma Amaçlı Kullanımı(Esin, 2006)

Bunun için güneş evleri kış aylarından farklı şekilde kullanılmalı, yaşam alanıyla bağlantılı üst havalandırma deliği kapatılıp alttaki açılmalıdır. Isınan havanın dışarı çıkması için de güneş evinin üst kısmında hava çıkışı sağlanmalıdır. Taze ve temiz hava girişi için yaşama alanıyla bağlantılı olan kuzey yöndeki pencere açık olmalıdır. Yaşam alanından çekilen hava güneş odasının üstündeki delikten dışarı atılır. Güneş odası içindeki ısı sal kütle duvar da gölgelendirilerek ısı depolaması önlenmelidir.

Dolaylı ısı kazancı sağlayan ısısal kütle duvar sistemi de (trombe walls), güneş odalarında olduğu gibi soğutma ve havalandırma amaçlı kullanılabilir. Bu amaçla kullanılmak istendiğinde, yine iç mekanla bağlantılı olan üst havalandırma deliği kapatılıp alttaki açılmalı, cam yüzey arkasında ısınarak yükselen havanın dışarı çıkışı sağlanmalıdır. Ayrıca ısısal kütle duvarın gündüz depoladığı ısıyı gece içeriye taşımaması için içeriden yalıtılması gerekmektedir(Esin, 2006).



Şekil 4.8. Isısal Kütle Duvarın Soğutma Ve Havalandırma Amaçlı (Esin, 2006)

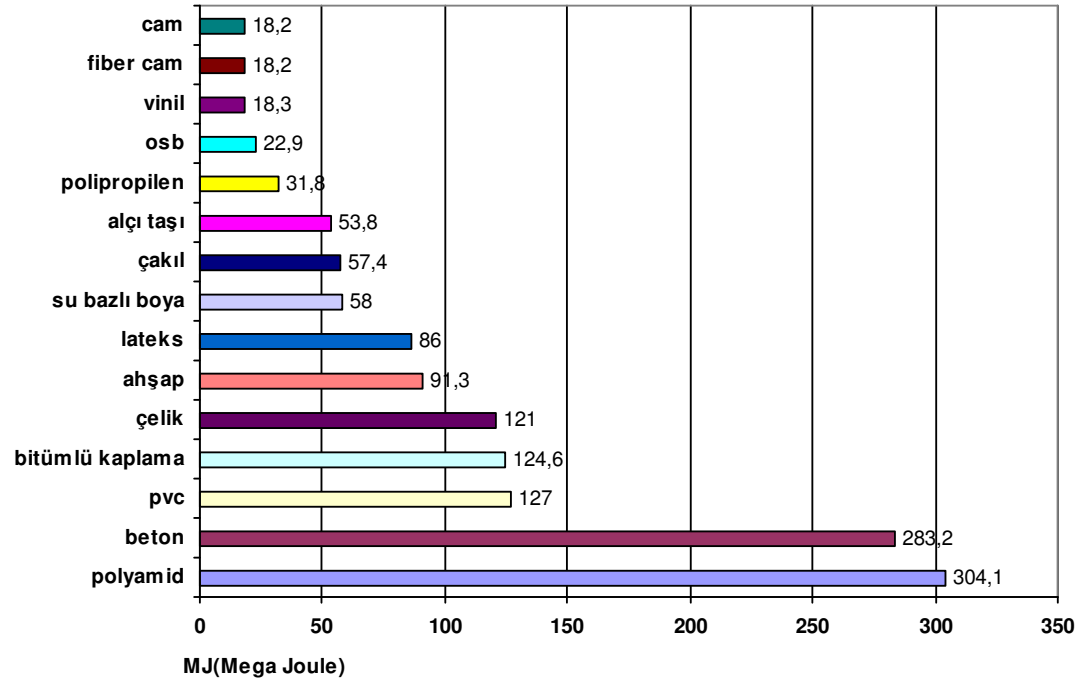
4.1.5. Enerji Etkin Malzeme Seçimi

Bir yapının enerji etkinliğini belirleyen en önemli unsurlardan biri de inşaatında kullanılan malzemelerin çevreye duyarlı ve yaşam döngüsü boyunca enerjiyi az tüketen malzemeler olmasıdır. Bir malzemenin hammaddesinin doğadan elde edilişinden başlayıp, üretim yerine nakliyesi, üretimi, montajının yapılacağı yere nakliyesi ve yapımının tamamlanarak kullanım aşamasına geçinceye kadar olan süreçte harcadığı enerji miktarı o malzemenin enerji etkinliğinin göstergesidir. Yapıların kullanım aşamalarında tükettikleri enerji miktarı da yine büyük oranda malzemeye bağlıdır. Yapı malzemesinin enerji etkinliğini arttıran özellikler;

- Yapı malzemelerinin üretiminde hammadde olarak doğal ve yerel kaynakların kullanılması
- Yenilenebilir kaynakların hammadde olarak kullanılması
- Yapı malzemesinin geri dönüştürülmüş içerikli olması
- Yapı malzemesinin yalıtım özelliğinin iyi olması
- Yeniden kullanılabilirlik açısından dayanıklı veya az bakım gerektiren malzeme olması
- Geri dönüşebilir özellikte malzeme olması

Şeklinde açıklanabilir. Aşağıda A.B.D Michigan Üniversitesi Sürdürülebilir Sistemler Merkezi tarafından yapılan bir çalışmada bir konut yapısında kullanılan 15

yapı malzemesinin yaşam döngüsü boyunca kullandığı enerji miktarı aşağıdaki grafikte gösterilmiştir(Blanchard and Reppe, 1998).



Grafik 4.1. Standart Bir Evde Kullanılan İlk 15 Yapı Malzemesinin Yaşam Döngüsünde Enerji Tüketimi(Blanchard and Reppe, 1998).

4.1.6. Doğal Aydınlatma ve Doğal Havalandırma Sağlanması

Doğal havalandırma, ısı değişikliklerinin oluşturduğu hava hareketiyle, taze havanın dış mekandan iç mekana alınarak, aynı miktardaki kullanılmış havanın dışarı verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Doğal aydınlatma da gün ışığından yararlanılarak, yapılarda bırakılan pencere kapı gibi boşluklar yardımıyla yapılan aydınlatma türüdür.

Doğal aydınlatma ve doğal havalandırma yapılardaki ısıtma ve soğutma yüklerini etkilemektedir. Doğal aydınlatma ve havalandırma, yapay aydınlatma ve yapay havalandırma ihtiyacını minimuma indirdiği takdirde önemli enerji kazancı sağlamaktadır.

Yapının tasarım aşamasında biçimlenmesinde, pencerelerin konumlanmasında doğal aydınlatma ve havalandırma kriterlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin;

- Yapılacak olan projede güneşten yararlanılmak isteniliyorsa, yer olarak güney yamaçlar seçilmelidir.
- Soğuk iklimlerde güneşe açılmak ve yaşama mekanlarını güneye yönlendirmek ısıtma yükünü azaltacaktır.
- Sıcak iklimlerde bir yapı inşa ediliyorsa, serin yaz rüzgarlarına açılmak ve karşılıklı pencereleri açarak nemi azaltarak doğal havalandırmayı sağlamak mümkündür.
- Yapının uzun cephesini ve açıklıkların yoğun olarak bulunduğu cepheleri, yazın etkin rüzgarın doğrultusuna göre yerleştirmek gerekir.
- Pencerelerin yüzey büyüklükleri gereğinden fazla olmamalı ve güneş kontrol elemanlarıyla korunmalıdır.

Yukarıda sayılan bu ve bunun gibi pek çok yöntemle doğal aydınlatma ve doğal havalandırma koşulları sağlanıp yapının enerji etkinliğini arttırabilir.

4.2. Mevcut Yapılarda Enerji Etkinliğini İyileştirilme Önerileri

Türkiye’de enerji kayıplarının önemli bir bölümünün, standart dışı yapılaşma ve mevcut yapılardaki eksik ve yanlış uygulamalardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu nedenle mevcut yapıların enerji etkin amaçlı olarak iyileştirilmesi enerji tasarrufunun sağlanmasında önemli bir etkidir. Bu kapsamda yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

4.2.1. Yapılarda Isı Yalıtımı Yapılması

“TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı” ile, yeni projelerde, standartlara uygun malzemeler, doğru detay çözümleri ve optimum kalınlıkta ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak enerji etkin yapılar yaratılmaktadır. Ancak bu yeterli değildir. TS 825 standardı sadece yeni yapılacak binaları kapsamaktadır. Ancak Türkiye’de 2000 yılında yapılan sayımda 8 milyon yapı, 16 milyon konut

tespit edilmiştir. Mevcut konutlardan elde edilebilecek enerji değeri yaklaşık 4 milyar dolardır. Maalesef bu bedel mevcut yapılarla ilgili herhangi bir zorunlu standart olmadığı sürece ülkemizde ödenmeye devam edecektir(Rubacı,2001).

Yapılarda ısı yalıtım, mevsim şartlarına göre yapıyı ısıtmak veya soğutmak için sağlanan soğuk ya da sıcak havanın dışarıya kaçmasını/girmesini önleyerek ısı ekonomisi ve ısıl konfor sağlamak amacıyla yapılır. EURIMA (European Insulation Manufacturers Association) tarafından yapılan bir araştırma, son 20 yıldır Avrupa'daki yeni konut inşaatlarında uygulanan ısı yalıtımı standartlarının gelişimini kapsamaktadır. Bu araştırma yeni inşaatlarda tavsiye edilen ve uygulanan mineral yünlü yalıtım ürünlerinin kalınlığı üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırmaya göre, özellikle orta Avrupa'daki birçok ülkede yalıtım standartlarının sürekli bir gelişim içinde olduğu görülmüştür. EURIMA Aralık 2002 tarihinde yaptırdığı bir araştırmada, yalnızca 1974'ten önce yapılan konutların, ısı yalıtımı ile yenilenmesi durumunda, tüm konut sektörünün ısıtma giderlerinden yaklaşık yüzde 42 tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır(İnternet 4).

Isı yalıtımı önlemlerinin, genel çevre konsepti planlanmasında önemli bir unsur olduğunun bilincine varılması gerekmektedir. Sadece ekonomik fizibilite açısından değil, aynı zamanda hem sağlık hem de ekoloji açısından önemlidir. Yapı cephelerinin ısı kaybını önlemeye yönelik yenilenmesi, tüm binanın yapısında mevcut enerji kaybına neden olan kusurların giderilebilmesi için iyi bir fırsat tanımakta ve bina sakinlerinin kendilerini rahat ve iyi hissedecekleri sıcaklık şartlarında yaşayabilmelerine yönelik konforlu bir ortam yaratılmaktadır.

Yapılan bir örnek çalışmada, İstanbul ve Elazığ 'da 10x12x2.6 m ölçülerinde müstakil ısıtmalı (fuel-oil), duvarlarında toplam 20 m² cam yüzey olan bir yapı konu olarak seçilmiş, ısı yalıtımsız (mevcut) ve yalıtımlı durumun sonuçları alınmıştır. Söz konusu yapıda; 10 cm cam yünü çatı şiltesi (çatıya), 5 cm XPS (Ekstrüde Polistren) ısı yalıtım levhası (duvarlara içten uygulama) ve 5 cm XPS ısı yalıtım levhası (döşemeye) uygulanarak ısı yalıtımı yapılmıştır. Isı yalıtımı toplam maliyeti Ağustos 2001 birim fiyatlarına göre (K.D.V., işçilik, nakliye ve malzeme bedeli dahil) yaklaşık 1.478.000.000.- TL 'dir. Isı yalıtımı sonucu sağlanan yakıt tasarrufu ve hava kirlletici atıklardaki azalma miktarı hesaplandığında Tablo 4.1 ve 4.2 'deki sonuçlar elde edilmiştir(İnternet 9).

Tablo 4.1. Örnek Yapının Yalıtımlı ve Yalıtımsız Durumunda Tüketilebilecek Yıllık Yaklaşık Yakıt Miktarı ve Maliyeti(İnternet 9).

Mevcut Yalıtımsız		Isı Yalıtımlı		Bir Yılda Muhtemel Tasarruf	
İstanbul	Elazığ	İstanbul	Elazığ	İstanbul	Elazığ
3.7 Ton	5.6 Ton	1.0 Ton	1.4 Ton	2.7 Ton	4.2 Ton
1.443	2.184	390	546	1.053	1.638
Milyon TL/Yıl	Milyon TL/Yıl	Milyon TL/Yıl	Milyon TL/Yıl	Milyon TL/Yıl	Milyon TL/Yıl

Tablo 4.1 verilerine göre; bir yılda yaklaşık %70 yakıt tasarrufu yapılmakta, ısı yalıtımına yapılan yatırım İstanbul 'da 1.5 yılda Elazığ 'da ise 1 yılda kendini amorti edebilmektedir. Hava kirliliğindeki azalma ise %75 mertebesindedir. Tablo 4.1.'de verilen %70 kazanç, hem enerjisi büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemiz hem de yapı kullanıcıları için küçümsenemeyecek bir rakamdır. Yalıtım için yapılan yatırımlar ise, sağlanan bu tasarrufun yanında önemsiz kalmaktadır. Bu nedenle, ısı yalıtımının öneminin ve getirdiği kazançların toplumun her kesimine çok iyi anlatılması ve bu konuda bilinçli bir toplumun oluşturulmasına çalışılmalıdır.

Konu üzerinde yapılan analitik hesaplara göre, iyi bir ısı yalıtımı ile enerji tüketiminden %70-80 tasarruf sağlamak mümkün görünmektedir. Basit bir ısı yalıtımı durumunda ise bu kazanç yaklaşık %50 düzeyindedir. Yine, iyi bir yalıtım ve enerji yönetimiyle 150 kWh/Yıl olan enerji tüketimi 70 kWh/Yıl 'a düşürülebilir(İnternet 9).

Tablo 4.2. Yalıtım Derecelerine Göre Isı İhtiyacı(İnternet 9).

Yalıtım Derecesi	Dış Kapılar ve Pencereler	Çatı	Dış Duvar	Döşeme	Isı İhtiyacı kWh/Yıl
Yetersiz	Çift Cam	18 cm Beton	30 cm Delikli Tuğla	18 cm Beton	34.790
Orta	Çift Cam	+5 cm Yalıtım	+5 cm Yalıtım	+5 cm Yalıtım	15.280
İyi	Üç Cam	+15 cm Yalıtım	+12 cm Yalıtım	+10 cm Yalıtım	8.790

Tablo 4.2. incelendiğinde yapının yalıtım derecesinin “yetersiz” düzeyden “iyi” düzeye getirilmesi durumunda ısı ihtiyacında %74.7 gibi oldukça önemli

düzeyde bir azalma söz konusudur. Diğer bir deyişle, yalıtım düzeyi yükseldikçe enerji tüketimi azalmakta, yaklaşık %75 gibi önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

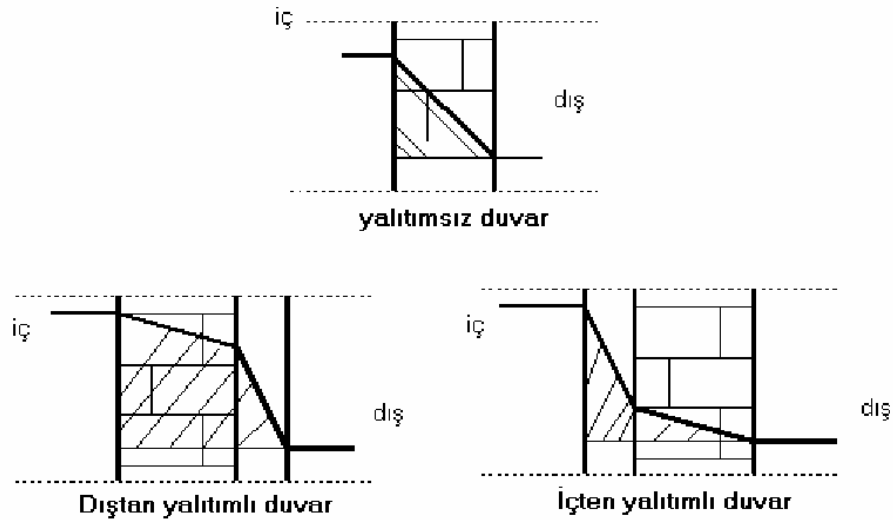
Gelişmiş ülkelere göre, ülkemizde kişi başına tüketilen enerji miktarı 1/3 oranında olmasına karşın, ısınma için sarf ettiğimiz enerji %100 daha fazladır. Yani, ülkemizde ısınma için aşırı bir yakıt tüketimi vardır. Ülkemizde birim hacmi ısıtmak için harcanan enerji Fransa 'dan yaklaşık %50, İsveç 'ten ise %230 daha fazladır. Bu aşırı yakıt tüketimi, ülkemizin coğrafi konumundan değil, ısı yalıtımına gereken önemin verilmeyişi ile standart dışı yapılaşma ve kentleşmeden kaynaklanmaktadır denilebilir(İnternet 9).

Bugün ülkemizde ciddi ve tutarlı yaklaşımlarla, ısı yalıtımı uygulamadan inşa edilmiş yaklaşık 10 milyon dolayında yapının olduğu tahmin edilmektedir. Bu yapılarda uygulanması hiçbir teknolojik zorluk arz etmeden herkesin kolaylıkla uygulayabileceği seri-basit yalıtım uygulamaları ile ısınma için sarf ettiğimiz enerjinin asgari %50 'sini geri kazanmak mümkün görünmektedir(İnternet 9).

Duvarlar:

Duvarlarda yapılacak ısı yalıtımı için malzeme seçimi ve seçilen malzemenin kalınlığı en önemli iki faktördür. Seçilecek olan malzemenin bünyesine kesinlikle su almaması, buhar difüzyon direncinin yüksek oluşu, üzerine doğrudan sıva uygulanabilirliği, basınç ve darbeye karşı dayanımın yüksek olması ve ısı iletim katsayısının çok düşük olması gerekmektedir. Ayrıca, ısı yalıtım kalınlığı seçilirken yoğuşma sorununun önlenmesi için gerekli hesapların mutlaka yapılması gerekir.

Enerji etkinliği için ısı kaybeden duvarlara ısı yalıtımı yapılmalıdır. Duvarlarda yalıtım içten (duvarın iç yüzünden) veya dıştan (duvarın dış yüzünden) yapılabilir. Bunun için çeşitli ısı yalıtım malzemeleri ve detayları uygulanabilir.



Şekil 4.9. Isı Yalıtım Malzemesinin Uygulama Yerine Göre Duvarlarda Isı Depolama. (taralı alan ısı depolamayı göstermektedir)(Dağsöz ve ark., 1999)

Yapılara ısı yalıtımı yapılmasının enerji etkinliği açısından oldukça önemli olduğundan ve geçmişte yapılan pek çok mevcut yapının ısı yalıtım standart ve kurallarına uyulmaksızın yapıldığından yukarıdaki bölümlerde bahsedilmektedir. Ülkemizde mevcut yapılarda duvarlara ısı yalıtımı yapılması her geçen gün biraz daha artmakta ve kullanıcılar bu konuda özendirilmektedir. Aşağıda resim 4.1. de görülen uygulama resminde de olduğu gibi oldukça basit yöntemlerle mevcut yapıların duvarlarına dıştan ısı yalıtımı uygulaması yapılabilmektedir.



Resim 4.1. Mevcut Bir Yapıya Dıştan Isı Yalıtım Uygulanması

Pencereler:

Yapılardaki ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı toplam enerjisi gereksinimi, genel olarak yapının bulunduğu yerin iklim özelliklerine, güneş ışımasını koşullarına, yönlenebilirliğine, ısıtma sistemine bağlı olarak oluşur. Ancak birçok yapısal özelliğin yanında pencere özellikleri de toplam enerji kullanımını büyük oranda belirlemektedir. Pencereler, aşağıda açıklanan enerji etkin davranışlarıyla yapıların ısısal performanslarına katkıda bulunarak enerji tasarrufunda bulunurlar.

- Isınma gereksinimi duyulan kış aylarında pasif ısı kazancı sağlar.
- Soğutma gereksinimi duyulan yaz aylarında güneş ısı kazançlarını azaltarak güneş kontrolü yapar.
- Hava sızıntılarını en aza indirerek ısı kayıplarını önler.
- Net bir görüntü ve yeterli gün ışığı geçirimi sağlayarak iç ortamlarda doğal aydınlatma gereksinimi azaltır hem de görsel konforun oluşmasına katkıda bulunurlar.

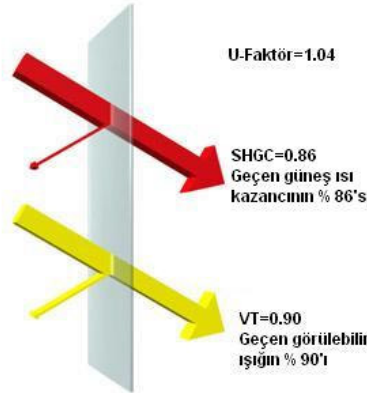
Enerji etkin özelliklere sahip pencereler, yukarıda açıklanan özellikleriyle kullanıldıkları yapıların ısısal performansını iyileştirerek enerji tasarrufu sağlamanın yanında, iç ortamları daha konforlu hale de getirmektedir. Çünkü bu tür pencerelerin iç yüzey sıcaklıkları daha yüksek olduğu için buzlanma ve kondansasyonu azaltmaktadır. Düşük iç yüzey sıcaklığına sahip bir pencere yüzeyi, konforsuz rahatsız edici bir hava akımı yaratarak insan vücudundan daha çok ısı yayılmasına ve üşümeye neden olur. Düşük U faktörlü yüksek performanslı pencereler kışın yüksek iç pencere sıcaklığı sunar ve böylece konfor yaratır. Ayrıca soğuk hava sızıntısının azaltılması da konforu artırmaktadır(Esin,2007).

Türkiye’de mevcut yapılardaki pencerelerden ısı kayıplarının oldukça fazla olduğu bölüm 3.5’te verilen sonuçlarda açıklanmaktadır. Bu nedenle mevcut yapılarda enerji etkinliğinin artırılması açısından pencerelerin enerji etkin doğrama ve cam türleriyle değiştirilmesi çok önemlidir.

Enerji Etkin Pencere Camları: Pencere cam üretiminde enerji performansı sağlamak için üç temel yaklaşım uygulanmaktadır. Birinci yaklaşım, cam malzemenin kendisinin kimyasal yapısını veya fiziksel özelliklerini

değiştirmektedir. Bunun bir örneği renklendirilmiş camdır. İkinci yaklaşım cam malzeme yüzeyini, son yıllarda geliştirilen ve ısı kazançları ile kamaşmayı azaltan yansıtıcı bir filmle kaplamaktır. Yine son yıllarda, soğutma ve ısıtmayı birlikte sağlamak için düşük salımlı kaplamalar (low-emittance coating) geliştirilmiştir. Üçüncü yaklaşım, aralarında özellikleri kontrol edilebilen boşluk bulunan çeşitli cam tabakalarının teşkilidir. Bu camlar iki veya daha fazla tabakadan oluşur ve bunların arası düşük iletkenli gaz ile doldurulur. İstenmeyen ısı kazanç ve kayıplarını önleyerek, istendiğinde güneşten ısı kazancı sağlayarak yapıların ısısal performansları iyileştiren enerji etkin bazı cam türleri aşağıda verilmiştir. Bunlar arasında yapının bulunduğu iklime ve yapının işlevine göre uygun seçim yapılarak enerji etkin pencere tasarımları gerçekleştirilebilir (Esin,2007).

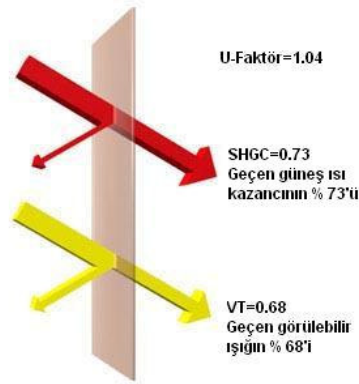
1) Berrak Tek Cam Ünitesi: Bu cam türü diğer cam seçeneklerine göre en büyük oranda gün ışığı geçişine izin vermekte ($VT=0.90$), aynı zamanda en yüksek ısı geçişi de bu camlarda olmaktadır (U - Faktör= 1.04). Bu nedenle, ısı kayıpları veya kazançları çok önemli olmayan ılıman iklimlerdeki yapılar için uygundur(Esin,2007).



Şekil 4.10. Berrak Tek Cam Ünitesinde Enerji Etkin Özellikler(İnternet 10)

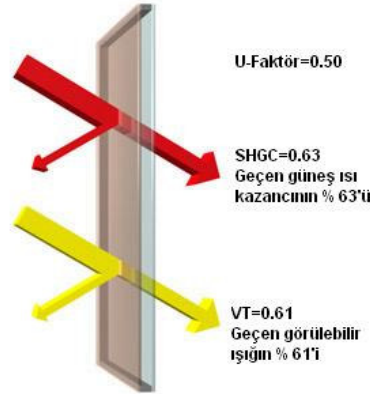
2) Bronz Veya Gri Renkli Tek Cam: Renklendirilmiş camlar, genel olarak güneş ısı kazancını ve kamaşmayı azaltmakla birlikte görülebilir ışık geçişini de belli oranda azaltabilirler. Ancak renklendirilmiş yüksek performanslı, orta Low-E ve düşük Low-E camların ışık geçirgenliği iyidir. Gri veya bronz renkli tek camın öncelikli amacı, güneş ısı kazançlarını azaltmaktır. Fakat bu tür camlar, berrak tek cama veya yüksek oranda görülebilir ışık geçiren yeşil ve mavi renkli standart

camlara göre görülebilir ışığı geçişini daha çok engellemektedir. ($VT=0.68$) Camın boyanmasının U- Faktör üzerinde etkisi yoktur. Fakat bu durum yerel iklim koşullarına bağlı olarak yaz ve kış aylarında güneş ısı kazançlarını azaltmaktadır(Esin,2007).



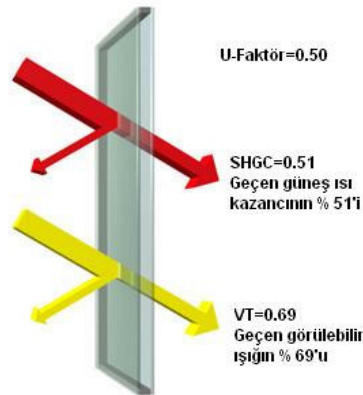
Şekil 4.11. Bronz Veya Gri Boyalı Tek Cam Ünitesinin Enerji Etkin Özellikleri(İnternet 10)

3) Bronz Veya Gri Renkli Çift Cam: Bu pencere camı, aralarında hava boşluğu bulunan bronz veya gri renkli dış tabaka ile berrak camdan oluşan iç tabaka olmak üzere iki üniteden meydana gelmektedir. Bu camlar, bir önceki bölümde açıklanan bronz veya gri renkli tek camla kıyaslandığında cam tabakalar arasındaki yalıtılmış hava nedeniyle ısı kayıplarını daha fazla önlediği görülmektedir ($U\text{-Faktör} = 0.50$). Ancak görülebilir ışık geçirgenlikleriyle ilgili özelliği tek camlı örneklerle yakın değerlerdedir ($VT=0.61$). Bronz ve gri boyalı çift camların da birinci amacı güneş ısı kazançlarını azaltmaktır(Esin,2007).



Şekil 4.12. Bronz Veya Gri Boyalı Çift Cam Ünitesinin Enerji Etkin Özellikleri(İnternet 10)

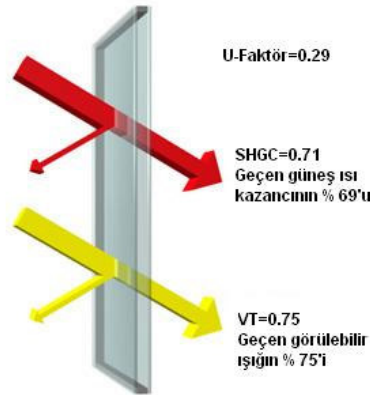
4) Yüksek Performanslı Renkli Çift Cam: Bu tür renkli camlar, güneş ısı kazancını bronz veya gri renkli camlar kadar azaltmazlar ($SHGC=0.51$), fakat düz camlara yakın değerlerde görünen ışık geçirgenliğe sahiptirler ($VT=0.69$). Yüksek performanslı veya seçici geçirgen boyalı cam ürünler özellikle açık yeşil veya açık mavidir(Esin,2007). Aşağıdaki şekilde yüksek performanslı renkli çift cam ünitesinin özellikleri görülmektedir.



Şekil 4.13. Yüksek Performanslı Renkli Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri(İnternet 10)

5) Yüksek Güneş Kazançlı Low-E Çift Cam (Argon/Kripton Gaz Dolgulu): Bu tür camlar yapılan kaplama işlemi nedeniyle genellikle sert Low-E

camlar olarak tanımlanır. Low-E camlar kullanım amacına göre değişik özelliklere sahip olabilirler. Aşağıdaki şekilde görülen Low-E cam hem ısı kayıplarını önleyen hem de güneş ısı kazancı elde edebilen özelliklere sahiptir ($U\text{-Faktör}=0.29$, $SHGC=0.71$). Yüksek ısı kazançlı Low-E cam ürünler ısıtma ağırlıklı iklimlerde yer alan yapılar için en doğru seçimdir. Bu camlar pasif güneş tasarım projeleri için de kullanılabilirler. Çünkü diğer güneş ısı kazançlarını azaltan Low-E cam ürünlere göre daha uygun ısısal performans göstermektedirler. Isıtma ağırlıklı veya ısıtma ve soğutmanın birlikte gerektiği iklimlerde yüksek, orta veya düşük güneş kazançlı Low-E camlar yapının tasarım ve işletimine bağlı olarak yıllık enerji maliyetinde benzer sonuçlar verebilirler. Yüksek güneş kazançlı cam kışın en iyi performans gösterirken düşük güneş kazançlı cam yazın daha iyi performans gösterir. Düşük güneş kazançlı Low-E camlar soğutma yükünün fazla olduğu iklimlerde yer alan yapılar çok uygundur(Esin,2007).



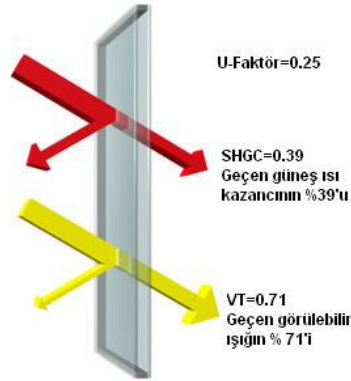
Şekil 4.14. Yüksek Güneş Kazançlı Low-E Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri(İnternet 10)

5) Düşük Güneş Kazançlı Low-E Çift Cam (Argon/Kripton Gaz Dolgulu):

Bu Low-E ürünler kaplama süreci işlemi nedeniyle yumuşak kaplama olarak tanınır. Low-E ürünlerin bu tipleri bazen seçici geçirgen cam olarak da anılır. Düşük güneş kazançlı Low-E çift camlar sadece kışın ısı kayıplarını azaltmakla kalmaz aynı zamanda yazın ısı kazançlarını da azaltır ($U\text{-Faktör}=0.25$, $SHGC=0.39$). Bu camlar aynı zamanda koyu renkli ve yansıtıcı camlarla kıyaslandığında, yüksek düzeyde görülebilir ışık geçişi de sağlamaktadır($VT=0.71$). Düşük güneş kazançlı Low-E camlar soğutma ağırlıklı iklimlerde yer alan yapılar için çok uygundur. Isıtma ve

soğutmanın birlikte gerçekleştiği iklimlerde yüksek, orta veya düşük güneş kazançlı Low-E camlar yapının tasarım ve işletimine bağlı olarak yıllık enerji maliyetinde benzer sonuçlar verebilirler. Yüksek güneş kazançlı Low-E camlar kışın daha iyi performans gösterirken düşük güneş kazançlı camlar yazın daha iyi performans gösterirler.

Tabakaların arasına havaya göre ısı iletkenlik değeri daha düşük, viskozite değeri yüksek, olan asal gazların doldurulması camdan ısı geçişini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bunun için ucuz ve yüksek performanslı olmaları nedeniyle en çok argon ve kripton gazı kullanılmaktadır(Esin,2007).



Şekil 4.15. Düşük Güneş Kazançlı Low-E Çift Camın Enerji Etkin Özellikleri(İnternet 10)

Enerji Etkin Pencere Çerçeveleri: Pencere sisteminin ısısal performansının(U-Faktör), çerçeve malzemesi ve tasarımı önemli ölçüde etkilemektedir. Çünkü çerçeve, toplam pencere alanının yaklaşık % 10-30'u kadar alan kaplamaktadır(İnternet 10). Bu nedenle, pencere sisteminde enerji etkinliği sağlamak için uygun cam seçimi yanında çerçeve malzemesinin ısısal özellikleri ve tasarımı da dikkate alınmalıdır. Aşağıda yaygın olarak kullanılan bazı çerçeve malzemelerinin ısısal özellikleri açıklanmaktadır(Esin,2007).

1) Alüminyum Çerçeve: Alüminyum pencere çerçevelerinin hafif ve dayanıklı olmaları karmaşık pencere çözümlerine kolayca uygulanabilmeleri ve fazla bakım gereksinimleri olmaması gibi olumlu yönleri vardır. Bir pencere

çerçevesi malzemesi olarak en büyük olumsuzluğu ise ısısal iletkenliğinin yüksek olmasıdır. Bu nedenle kullanıldığı pencere sisteminin U-Faktör değerini, yani ısı geçiş katsayısı da oldukça yüksektir. Soğuk iklimlerde basit bir alüminyum çerçeve ilk çerçeve yüzeyinde yoğuşma ve buzlanmaya neden olabilir(Esin,2007).

2) Isı Tutucu Alüminyum Çerçeve: Alüminyum çerçevenin olumsuz yönlerini azaltmak için daha iyi yalıtılarak geliştirilmiş bir çerçeve türüdür. Alüminyum çerçevelerin ısı iletkenliğine karşı en yaygın çözüm çerçeve elemanları iç ve dış yüzeyleri bölünerek daha az iletken malzemeyle onları birleştirerek ısının tutunmasını sağlamaktır. Uygulanan bu teknoloji ile alüminyum çerçevenin U-Faktör değerleri % 8-15 oranında azalmakta, dolayısıyla ısı kayıp oranları da azalmaktadır. Güneş ısı kazançlarının çoğu zaman ısı geçişlerinden daha önemli olduğu sıcak iklimlerde, çerçeve yalıtım değerlerinin iyileşmesi yüksek performanslı cam sistemi kullanılması kadar önemli değildir(Esin,2007).

3) Ahşap Çerçeve: Ahşap pencere çerçevesi gelenekseldir fakat günümüzde de bir çok yapıda estetik açıdan tercih edilmektedir. Isısal performans açısından da ahşap çerçeveler iyi özelliklere sahiptir. Ahşap çerçevenin ısı iletkenlik katsayısı ($U_{\text{Ahşap}}=2.27 \text{ W/m}^2\text{K}$) alüminyum çerçevelere göre daha düşüktür bu olumlu özelliği nedeniyle pencere sisteminin ısı kayıpları azalmaktadır.

4) Yalıtılmış Vinil Çerçeve: PVC (Polyvinyl Chloride) olarak ta bilinen vinil, iyi yalıtım değerlerine sahip çok yönlü bir plastiktir. Vinil pencere çerçeveleri boyama gerektirmez ve nemlenmeye karşı dayanıklıdır. Isısal performansları ahşap ile kıyaslandığında çerçeve yapısına bağlı olarak çok değişmemektedir. PVC çerçeve içindeki küçük boşluklar yalıtım değerini arttırmaktadır.

4) Yalıtılmış Vinil Çerçeve: Yalıtılmış vinil çerçeveler ısısal performansları standart vinil çerçevelere göre daha iyi hale getirilmiş çerçeve türüdür. Bu çerçevelerin standart vinil çerçevelerden daha üstün olmasının nedeni çerçeve boşluklarının yalıtılmasıdır. Bu yüksek performanslı çerçeveler genellikle yüksek performanslı camlarla kullanılmaktadır.

5) Cam Elyaf Çerçeve: Cam lifinden veya cam elyafından yapılan bu çerçeveler vinil çerçeveler gibi dayanıklı ve boşlukludur. Boşluklar yalıtımla

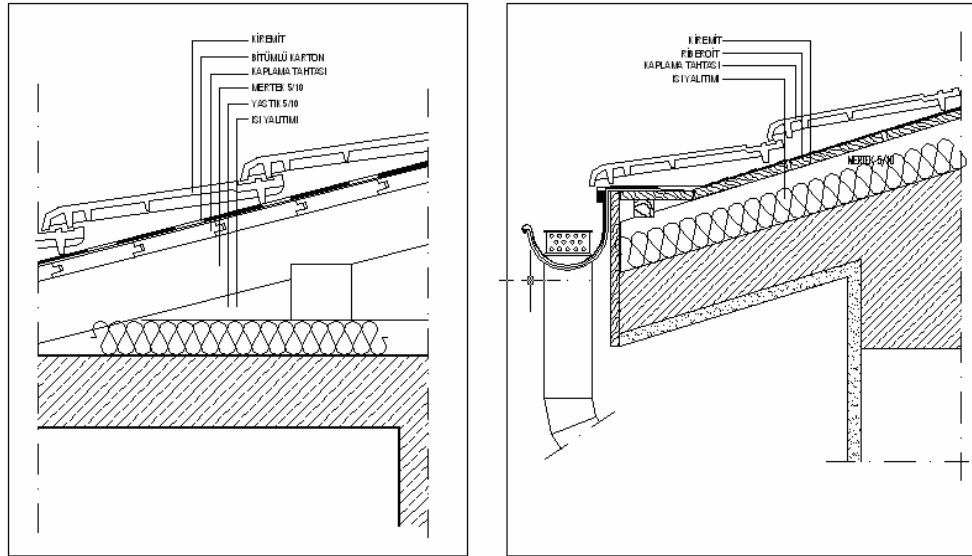
doldurulduğu zaman ahşap, vinil ve yalıtılmış vinil çerçevelere göre daha üstün ısısal performans gösterirler. Bu yüksek performanslı çerçeveler genellikle yüksek performanslı camlarla kullanılmaktadır(Esin,2007).

Tavan/Çatı Ve Döşemeler

Mevcut yapıların ısı kayıplarının önlenmesine yönelik yenilenmesi için yapılacak yatırımların getireceği avantajlar ortadadır. Mevcut yapılarda alınacak uygun yalıtım önlemleri, ısıtma için harcanan enerji miktarını %60'a varan oranlarda düşürmektedir. Bu tasarruf oranının hesaplanmasında, pencerelerin yenilenmesi veya değiştirilmesi, bodrum ve çatı katlarında ısı yalıtımının artırılması ve ısıtma sistemlerinin modernizasyonu dikkate alınmamıştır (Evcil, 2005).

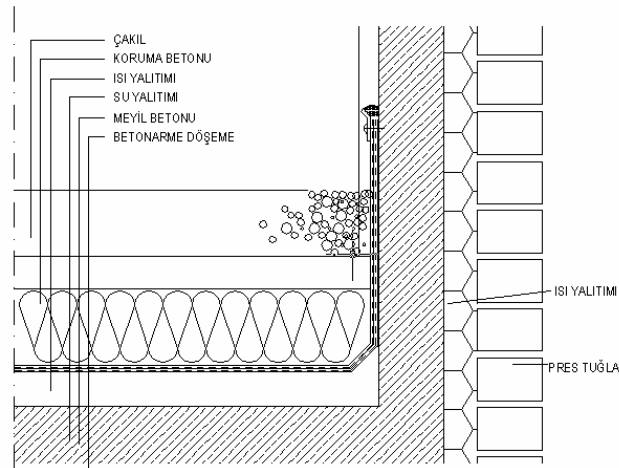
Yapılarda duvarlar ve pencerelerden sonra en fazla ısı kaybı/kazancı olan bölümler, tavan/çatı ve döşemelerdir. Bu bölümlere de ısı yalıtımı yapılarak enerji tüketimi azaltılabilir. Bunun için çeşitli ısı yalıtım malzemeleri ve detayları uygulanabilir. Isı yalıtım malzemeleri; ısı kayıp ve kazançlarının azaltılmasında kullanılan sadece minimum kalınlıkta yalıtım sağlamak amacıyla üretilmiş yüksek ısı dirence sahip özel ürünlerdir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim katsayılarının (λ) düşük olmasıdır(Evcil, 2005).

Çatı kaplamaları, yıl boyunca değişen atmosfer sıcaklık etkisinde farklı ısısal konfor karakteristiği sergilediği gibi, bir gün boyunca da önemli sıcaklık değişimlerine maruz kalabilmektedir.



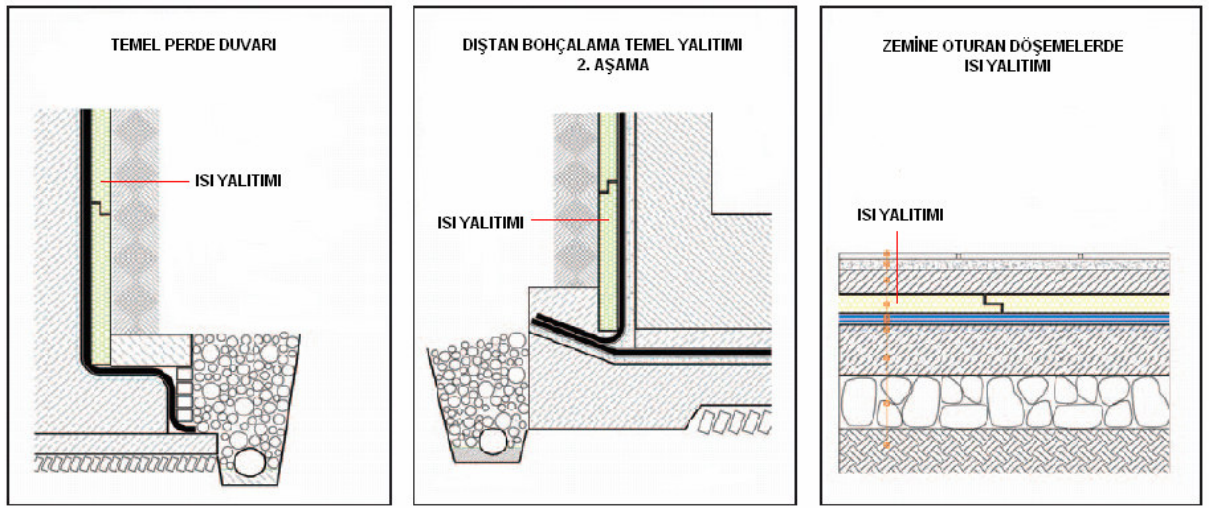
Şekil 4.16. Soğuk Ve Sıcak Çatı Yalıtım Detayları

Çatı tavanı kışın, çatı tavanından geçerek yukarı doğru yönelik olan ısı ve su buharı akımları etkisindedir. Buna karşın, yaz mevsimlerinde ise çatıda yüksek sıcaklıklar oluşmaktadır. Bu durumda, yukarıdan aşağıya doğru ısı ve buhar akımı olur. Bu fiziksel oluşumlar, yalnızca atmosfer ortamındaki sıcaklık değişimine bağımlı olmamakta, diğer taraftan çatı tavanında kullanılan malzemenin veya yapı elemanı tabakalarının ısı yalıtım karakteristiğine bağımlı olmaktadır. Eğer ısı yalıtımı açısından olumlu malzeme kullanılmış ise, gerek yaz ve gerekse kış aylarında, yapı için sıcaklık değeri dengelenebilecek veya ayarlanabilecektir.



Şekil 4.17. Teras Çatı Yalıtım Detayı

Yapılan inceleme ve irdelemeler göstermiştir ki, çatı konstrüksiyonu veya çatı örtüsünde hangi sıcaklığın meydana geleceği, yapının bölgesel konumu, yapının yüksekliği, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıması, yönler göre konumu, çatı yüzeyinin eğimi ve rüzgar şartları, çatı yüzeyinin yapısı ve rengi, ışık emme-yansıtma özelliği, ısı yalıtım tabakası, çatı tabakasının ısı depolama yeteneği veya ısı ışınlama yeteneği, çatı tabakasının kalınlığı, çatı tavanının tabaka sıralaması, çatı altındaki oda sıcaklığı ve benzeri faktör ve parametrelere bağımlı olmaktadır.



Şekil 4.18. Temel Perde Duvarlarında ve Zeminde Isı Yalıtımı(İnternet 14)

Yapının temelinde yapılabilecek ısı yalıtım uygulama detayları da yukarıda şekil 4.18’de gösterilmiştir.

Yapılardaki enerji etkinliğini arttırmak açısından oldukça önemli olan çatı yalıtımının mevcut yapılarda yapılması da, duvar yalıtımı gibi her geçen gün daha çok yapılan önemli bir uygulamadır. Aşağıda resim 4.2. de çatı yalıtımı uygulama resimleri yer almaktadır. Uygulama resimlerinde de görüldüğü üzere çatı yalıtım malzemelerinin çatıda döşeme üzerine veya mercek aralarına yerleştirilmesi şeklinde yapılan basit uygulamalarla çatı yalıtımı sağlanabilmektedir. Bu da çatı yalıtımı yapılmamış herhangi bir mevcut yapıya sonradan çatı yalıtım uygulamasının oldukça basit ve masrafsız yöntemlerle yapılabileceğini göstermektedir.



Resim 4.2. Mevcut Yapılara Çatı Yalıtımı Uygulanması

4.2.2. Mevcut Yapılarda Güneş Enerjisinin Kullanılması

Günümüzde enerji tasarrufu ve çevrenin daha az kirletilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması konusunda çok fazla çalışma yapılmaktadır. Bizim için sonsuz ama depolamada sorunlu enerji kaynağı güneş enerjisidir. Türkiye güneş kuşağında olduğundan, bilinçli seçilen ve kurulan bu sistemler kısa sürede kendisini amorti edebilmektedir. Bugüne kadar ülkemizde güneş enerjisinin daha çok sıcak su hazırlamada kullanılmış olmasına karşın artık ısıtmada da kullanılması yollarının aranması gerekir. Türkiye’de bu gibi çalışmalara devlet desteği vb. sağlanmamaktadır. Ancak Avrupa’da durum çok farklıdır. Birçok Avrupa ülkesinde özellikle güneş enerjisi için devlet teşvikleri uygulanmaktadır. Bu nedenle de güneş enerjisinin toplam enerji kullanımı içindeki payı her geçen gün artmaktadır(Çakmanus, 2004).

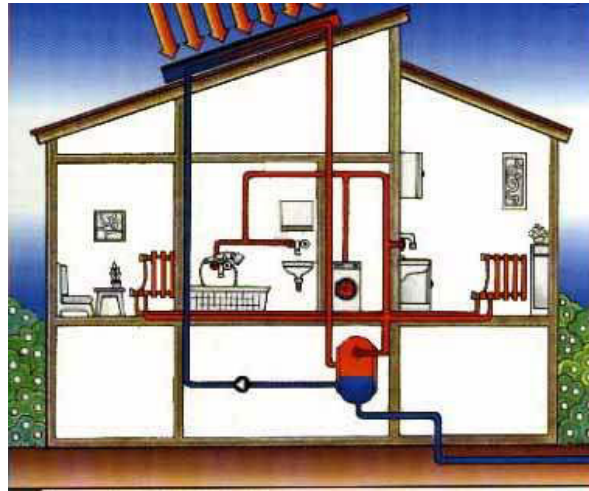
AB ölçeğinde devlet destekli mevcut yapıların yenilenmesine dahil edilen bir araştırma projesinin genel esasları, elde edilen sonuçlar ve mevcut yapılarda güneş enerjisini kullanmaya yönelik uygulama yöntemleri şu şekildedir.

Tablo 4.3. Demonstrasyon Projelerinin Listesi. (MVV Consultants and Engineers, 2004)

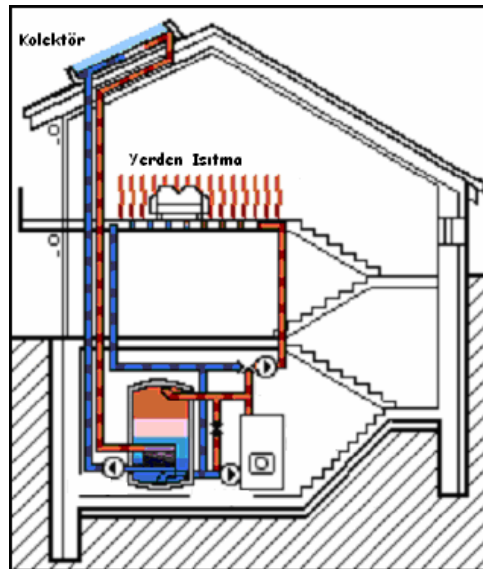
No	Yer	Ülke	Tip	Ölçü	Yıl	Standart Renovasyon		Güneş Renovasyonu				
				Kat adedi/ Kat alanı (m2)		Yalıtım İyileştirme	Verimli HVAC Sistemi	Güneş Kolek. (m2)	Cam Balkon	Güneş Duvarı	Gün Işığı Aydın. (m2)	Fotovoltaik Paneller (m2)
1	Niederumen	CH	Çokkath apartman	3/95	1971	+				84		
2	Hedingen	CH	Çokkath apartman	3/70	1969	+	+	43		80		
3	Erfurt	DE	Okul	4/400	1981	+	+				+	
4	Freiburg	DE	Büro	3/75	1912	+	+	7.5		53		
5	Oederan	DE	Çokkath apartman	4/220	1983	+	+	700				
6	Salzgitter	DE	Endüstriyel salon	1/4300	1940	+					7500	
7	Wurzen	DE	Okul	4/410	1978	+	+			300		
8	Aalborg	DK	Çokkath apartman	4/55	1900	+	+	18	+			
9	Den Haag	NL	Çokkath apartman	4/50	1961	+	+	17	+			
10	Zaandam	NL	Çokkath apartman	14/300	1968		+	760	+			
11	Stockholm	SE	Çokkath apartman	8/4000	1961			1200				
12	Henan	SE	Okul	2/1000	1965			725				
13	Örebro	SE	Çokkath apartman	3/250	1963			112				
14	Golden	US	Sergi salonu	1/56	1994		+					

1) Entegre Güneş Kolektörleri

Güneş kolektörleri esas olarak sıcak kullanım suyunun ön ısıtması veya mahal ısıtma yüklerinin kısmi karşılanması amacını taşımaktadır. Yenileme sırasında çatılar (yapısı ve eğimi ile) yeniden inşa edilerek hem görünüş, hem de işlevsel olarak güneş kolektörlerinin yerleşimi sağlanabilir. Aşağıda yer alan şekil 4.19 ve 4.20’de sıcak su eldesinde ve yerden ısıtma da güneş kolektörlerinden nasıl yararlanıldığını gösteren sistemler yer almaktadır.



Şekil 4.19. Güneş Kolektörleriyle Yapıda Sıcak Su Temini(İnternet 13)



Şekil 4.20. Güneş Kolektörleriyle Yapıda Yerden Isıtma sağlanması.

Güneş kolektörü uygulamaları için öneriler şu şekildedir; yeterli sistem boyutlandırılmasında öncelikle ekonomik koşullar ve bütçe dikkate alınmalıdır. Sistemin sıcak su ısıtılmasında kullanımı ile iklim koşulları ve projenin uygunluğuna göre ısıtmaya veya soğutma sistemlerine destek olarak kullanılabilme koşulları etüt edilmelidir.

- Büyük prefabrike sistemler ilk yatırım maliyetlerini azaltacaktır.
- Kolektör sisteminde dolaşan düşük sıcaklıktaki su dönüşlü, yüksek güneş kazancı için en önemli ölçüttür. Bu konu eşanjör ve öteki sistemlerin boyutlandırılmasında gözden kaçırılmaması gereken bir konudur.
- Depolama sistemi yenileme projesinin koşulları dikkate alınarak tasarlanmalı ve kompakt yapıda olmalıdır.
- Mevcut kolektörlere ek olarak yenileme projelerine uygun sistemlerin geliştirilmesi gereklidir. Örneğin çatı olarak da kullanılabilecek camsız, özel seçici metal malzemelerin geliştirilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir(Çakmanus, 2004).

Güneş enerjisinden yeteri kadar yararlanamayan ülkemizde konutların %13.8'inde güneş kolektörü mevcuttur. En çok güneş kolektörü Akdeniz Bölgesinde mevcut olup Türkiye toplamı içindeki oranı %54.2 'dir. Aşağıda yer alan resim 4.3' te güneş kolektörlerinden yararlanılan bir yapı örneği gösterilmektedir. Bu örnekte güneş kolektörü cephe düzenleme elemanı gibi kullanılarak, estetik açıdan kolektörlerin olumsuz görüntüler yaratması engellenmiştir.



Resim 4.3. Güneş Kolektörü Kullanan Bir Yapı.

2) Geliştirilmiş Cam Balkonlar

Geliştirilmiş cam balkonun anlamı; balkonun cam elemanlarla kapatılmasıdır. Böylece güneşten yararlanma için mekân oluşturulur. Yenileme yönünden problem, cephedeki termal köprülerin azaltılmasıdır. Daha ileri düzeydeki yaklaşım cam balkon kapatma elemanlarına doğal veya mekanik havalandırma sistemi entegre edilmesidir.

Ülkemizde çok yaygın olarak cam balkon sistemlerinde havalandırma sorunları ve cephede görsel açıdan kötü sonuçlar oluşması dışında mevcut yapılarda enerji etkinliğini sağlayan oldukça yaygın ve kullanışlı sistemlerdir. Aşağıdaki resim 4.4.' te bir yapının 2 katında farklı doğrama tipleriyle yapılmış cam balkon sistemleri yer almaktadır. Farklı uygulama örnekleri cephede mimari ve estetik açıdan olumsuz görüntüler yaratmaktadır. Bu nedenle kullanıcıların ortak karar alarak aynı tip uygulama yapmaları enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği gibi cephede de olumsuz görüntüler oluşmasını engelleyecektir.



Resim 4.4. Kapatılmış Cam Balkon.

Cam balkon uygulamaları için öneriler şu şekildedir.

- Bu sistemlerle birlikte kontrollü havalandırma, mimari ve mühendislik disiplinleri tarafından dikkatli bir biçimde tasarlanmalıdır. Bunun sistem maliyetlerini etkilediği unutulmamalıdır.
- Üretici firmalar kataloglarında enerji ve hava kalitesine de yer vermelidir.
- Hava kalitesinin sağlanabilmesi için taze havanın bir miktar ısıtılması gereği nedeniyle kapatılmış balkonlar yiyecek depolama ve sigara içme alanı olarak kullanılmamalıdır.
- Sistemden maksimum düzeyde nasıl yarar sağlanacağını açıklamak amacıyla el kitabı hazırlanmalıdır.
- Bugüne kadar, özellikle ülkemizde bu sistemlere ilişkin geniş araştırma yapılmamıştır ve tasarım ile uygulama sonuçlarının karşılaştırılmasına olanak sağlayan çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.
- Yine bugüne kadar cam balkon kapatma sistemleri ile havalandırma sistemleri birbirinden bağımsız geliştirilmiştir. Sistem verimliliğini artırmak için birbirine entegre sistemlerin geliştirilmesi zorunludur. Örneğin, alınan taze havanın ön ısıtılmasında kullanılmak üzere balkon parapetine monte edilebilecek bir cins kolektör geliştirilmesi sistem verimini artırabilecektir.
- Yeterli enerji tasarrufunun yalnızca ısı cam veya “low-e” olarak adlandırılan camlarla sağlanabileceği; tek cam ve basit (ısı yalıtımsız) çerçevelerin taze

hava alınması sırasında yoğuşma sorunlarını artırabileceği bilinmelidir(Çakmanus, 2004).

3) Saydam (Transparent) Yalıtım İle Güneş Duvarı Isıtması (TI)

Günümüzde enerji açısından etkin, güneşten pasif ısıtma yapmaya yönelik en popüler uygulamalardan birisi de TI' dır. Saydam olarak yalıtılmış duvarlar güneşten pasif kazanç ile iletim ısı kayıplarını karşılayabilmektedir. Yenileme halinde TI güneşle doğru (örneğin güney), yüksek yoğunluklu, yalıtılmamış duvarlara uygulanmalıdır. Sistemlerin boyutlandırılması projenin bütçesi ve her projenin ana amacı dikkate alınarak yapılmış olup, enerji kazançları basit simülasyon hesapları ile ortaya konulmuştur. Uygulama için öneriler şu şekildedir.

- Bu sistemlerin yenileme projelerinde kullanılabilme olanakları ilk tasarım aşamasında dikkatli bir biçimde etüt edilmelidir. Burada kritik önem taşıyan noktalar, yön(güney) ve malzeme cinsidir (yüksek yoğunluk). Uygun duvar malzemesi sistem performans› için önemlidir.
- Bu sistemlerin uygulanmasında yenileme projesinin asıl amaçlarından birisi olan konforun bozulmaması da yaşamsal öneme sahiptir.
- Çoğu proje ve iklimde yazın güneş kazançlarını azaltmak, konforun bozulmasını engellemek için gölgeleme sistemleri yeterlidir.
- Bu sistemlerin en önemli sakıncası yüksek ilk yatırım maliyetleridir. Bunu azaltmak için çok katmanlı saydam plastik levhaların cam TI elemanlarının yerine kullanımı araştırılmaktadır(Çakmanus, 2004).

Daha İleri Düzeyde Güneş Konseptleri

Demonstrasyon projelerinde yukarıda sözü edilen üç yönteme ek olarak başka bazı güneş enerjisi teknolojileri de uygulanmıştır.

Gün Işığından Yararlanma; TI malzemeler içeri giren güneş ışınlarını yönlendirebilmektedir. Almanya-Salzgitter (Tablo 4.3'de sunulan 6 No.lu proje) projesinde TI malzemelerinin arasına güneş ışığını maksimize etmek için 7500 m2

“U” şeklinde cam döküm elemanlar da kullanılmıştır. Bu elemanlar salondaki görüş kalitesini artırırken, aynı zamanda enerji gereksinimini azaltmaktadır.

Bu sistemlerin başlıca avantajları:

- a. Isıtma gereksiniminde % 24 dolayında azalma,
- b. Klasik cam pencerelere göre gün ışığı miktarında artma,
- c. Isı ve görsel konfordaki artış,
- d. içten ve dıştan çekici görüş sağlanması şeklinde sıralanabilir. Öte yandan, yeni projelerde mutlaka yapının bulunduğu yere (ısı kazancı ve kayıpları dikkate alınarak) bağlı olarak gökyüzü ışığının maksimize edilmesine çalışılmalıdır. Bu şekilde aydınlatma enerjisinden % 40'lara varan tasarruflar sağlanabilir(Çakmanus, 2004).

Fotovoltaik Piller (PV); Fotovoltaik piller (Güneş pilleri), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Bunlar yenileme projelerinde yapı cephelerinin parçası olarak kullanılabilirler.

Güneş pili sistemlerinin şebekeden bağımsız olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları; haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri, petrol boru hatlarının katodik koruması, metal yapıların (köprüler, kuleler vb) korozyondan koruması, elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları, bina içi ya da dışı aydınlatma, dağevleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması, tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, deprem ve hava gözlem istasyonları, ilaç ve aşı soğutma şeklindedir. Aşağıda resim 4.5.' te ve 4.6.'da güneş pilinin bir evde ve sokak aydınlatmasında kullanıldığı örnekler gösterilmektedir.



Resim 4.5. Çatısı Güneş Pili Kaplı Bir Ev(İnternet 12)



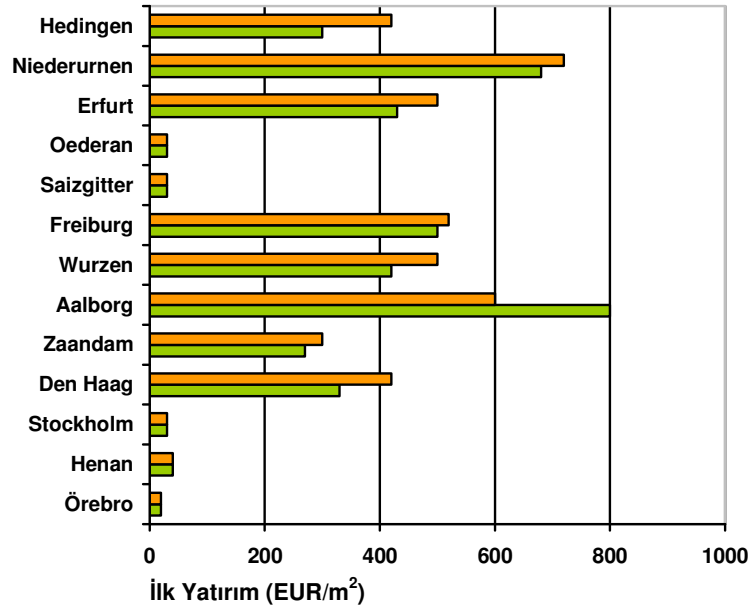
Resim 4.6. Güneş Pilleri ile Sokak Aydınlatması(İnternet 12)

İsviçre-Niederumen projesinde uygulanmıştır. Ayrıca Danimarka-Aalborg projesinde cephe ve balkonların birer parçası olarak kullanılmıştır. Bu projelerde yapıya balkonlardan giren taze hava bu panellerin arkasından verilmektedir. Bu sistemlerin yenileme projelerine entegrasyonu ile yapının eski moda olan görünümü “high-tech” görünümüne dönüşmektedir. Ancak bu sistemlerin ilk yatırım maliyetleri çok yüksektir.

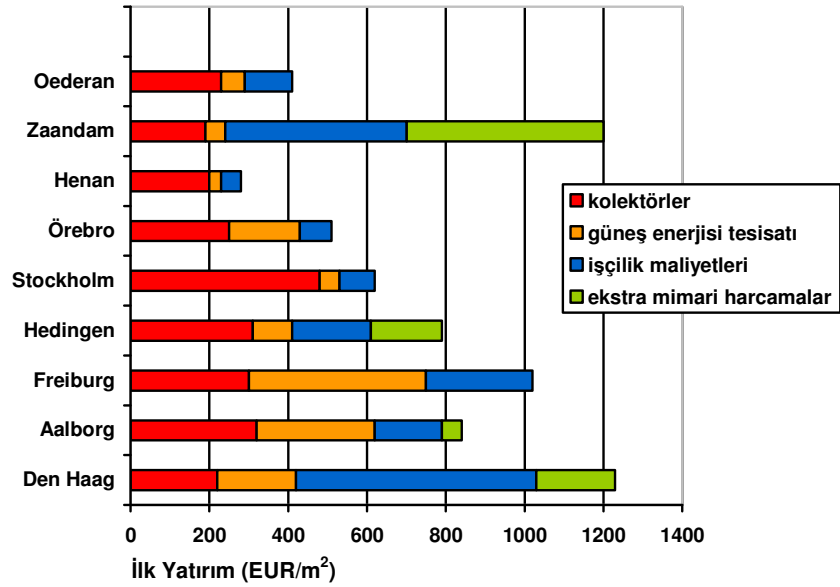
Sonuç olarak yenileme, yapı sektörünün ana uygulamalarından birisidir ve küresel sürdürülebilirliğe önemli etkisi bulunmaktadır. Günümüzde artık enerji tasarrufu düşüncesi yenileme projelerinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Yenileme ve enerji etkinliğinin kombinasyonunun sağlanması, bunların birbirinden bağımsız olarak yapıldığı durumlara göre bu tür projelerin etkisini ve çekiciliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Çakmanus' un çalışmasında, bugüne kadar, yenileme projelerinde çok seyrek rastlanan güneş enerjisi uygulamalarının bu tür projelere nasıl entegre edilebileceği demonstrasyon projeleri ile gösterilmeye çalışılmıştır. Bu tür uygulamalarda ilk yatırım maliyetlerinin azaltılması ve daha verimli yöntemler geliştirilmesi daha sonraki çalışmaların konusunu oluşturabilecektir. Her türlü yapıya uygulanabilecek yenileme projelerinin birer parçası olacak bu tür uygulamalarda hem yatırımın optimum olmasına, hem de konfora katkı sağlaması amaçlanmalıdır. Bu düşünce çevresel kirliliğin azaltılmasına da katkıda bulunabilecektir. Bu uygulamalar ile “eski moda” görünümünden “high-tech” görünüme geçecek yapıların şehirleri nasıl etkileyebileceği geniş mimari perspektiften incelenmesi de çok önemli bir başka konudur.

Gelecekte yapılacak projeler için ilk ve en önemli gereklilik, yenileme projelerinde ve yeni projelerde kullanılacak güneş enerjisi sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin aşağı çekilmesidir. Burada adı geçen 14 projeden elde edilen sonuç grafiklerinde de (Grafik 4.2., 4.3., 4.4.) olduğu gibi ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksek olan bu sistemlerin enerji kazancı ilk yatırım maliyetlerini büyük ölçüde karşılamaktadır. (Grafik, 4.5., 4.6., 4.7)

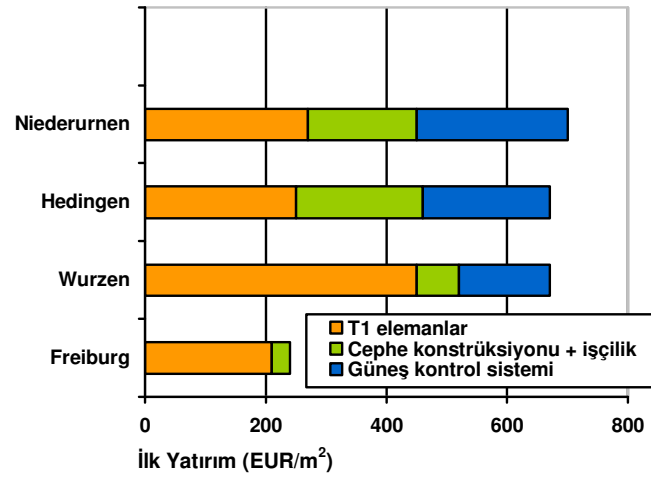
Uygulanan projelerin enerji tasarruf sağlama miktarı %3 ile % 70 arasında değişmektedir. Bu da uygulanan sistemlerde bir takım performans eksiklikleri ve uygulama hataları olabileceğini göstermektedir.



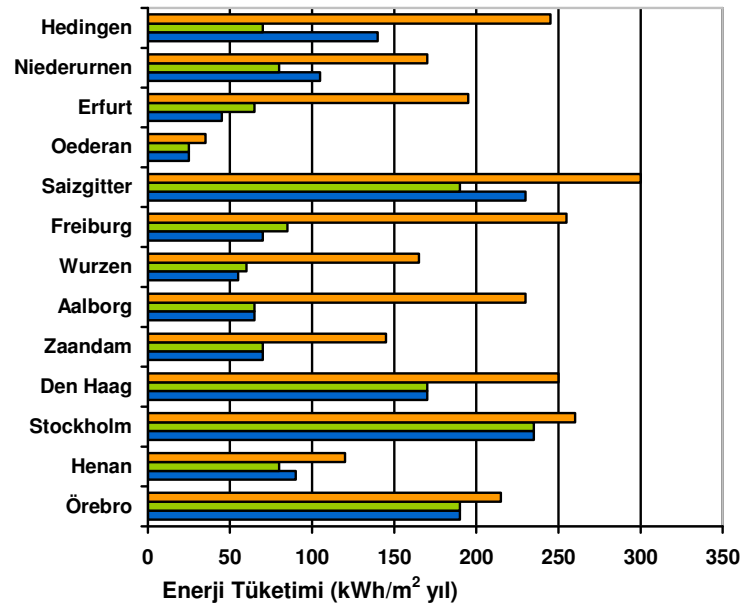
Grafik 4.2. Yenileme Projelerinin İlk Yatırım Maliyetleri (İnşaat Ve Güneş İlişkin Kısımlar Ayrı Ayrı Gösterilmiştir.)



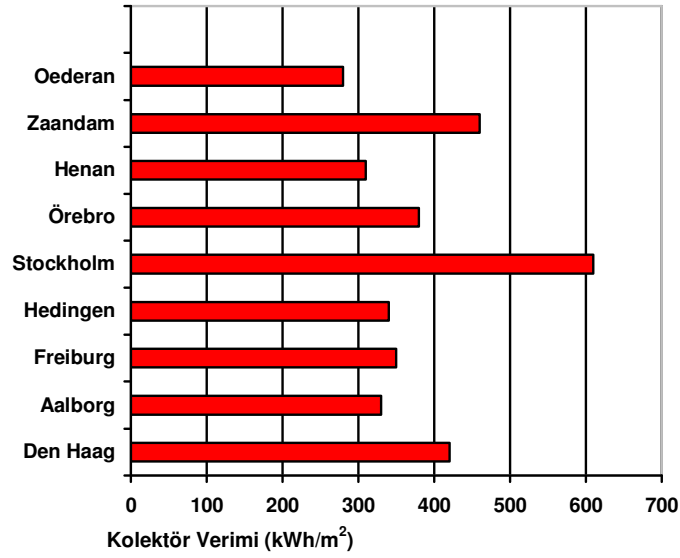
Grafik 4.3. Kolektör Sistemleri İçin İlk Yatırım Maliyetlerinin Karşılaştırılması



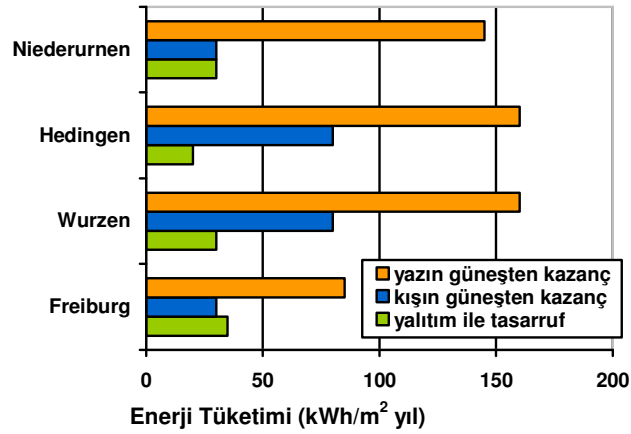
Grafik 4.4. TI Ve Öteki Güneş Kontrol Sistemlerinin İlk Yatırım Maliyetleri(EUR/m²)



Grafik 4.5. Mahal Isıtması(HW) Ve Sıcak Su Isıtılması(DHW) İçin Yıllık Enerji Değerleri



Grafik 4.6.Yıllık Enerji Üretimi(kWh/m² kolektör alanı)



Grafik 4.7. TI Ve Elemanlar Ve Cam Cephelerde Enerji Tasarrufu Ve Güneş Kazancı (kWh/m2)

Uygulamada önerilenler;

- Büyük sistemler veya çoklu kullanıma uygun üniteler ekonomik yönden tercih edilmelidir,
- Kullanım ekonomisi yönünden düşük verimli sistemlerden kaçınılmalıdır,

- Geliştirilmiş güneş enerjisi sistemlerinin yapı kabuğuna entegre edilmesi yüksek maliyetlerden kaçınabilmeyi sağlayacaktır,
- Olabildiğince standart malzeme kullanımı ilk yatırım maliyetlerinin aşağı çekilebilmesine yardımcı olacaktır,
- Yenileme projelerinin gereksinimlerine uygun bir uygulama proje maliyetlerini azaltabilecektir(Çakmanus, 2004).

Şeklindedir.

4.2.3. Yapılarda Enerji Etiketlemeleri Uygulaması

Mevcut yapılarda enerji etkinliği çalışmalarında bir diğer önemli uygulama da enerji etiketlemeleridir. Hem mevcut yapılar hem de yeni yapılar için uygulanabilen etiketleme yöntemi, yapıların enerji performanslarını göstermesi ve konut sahiplerini enerji etkinliğine yönelik çalışmalara teşvik etmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Etiketleme sistemleri oluşturulmasının temel gerekçelerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

1. Enerji etiketi bir ürünün (yapının) performansı hakkında tüketiciye (yapıyı alacak ya da kiralayacak kişiye) bilgi sağlar.
2. Ürünün müşterileri (oturan-kullananlar, alıcılar ya da kiracılar) kararlarını rasyonel biçimde verirler; bu bilgiyi işletme giderleri ve ürünün kalitesi ile birlikte karar alma sürecinde kullanırlar.
3. Bunun bir sonucu olarak, her bir aktör tercihlerini yeniden değerlendirir. Oturan kullananlar yatırımlarını kâr esasına göre ya da evdeki konforun güçlü biçimde geliştirilip geliştirilemeyeceğine göre yaparlar. Müstakbel alıcı ya da kiracılar, enerji için harcayacakları gideri düşünerek enerji etkin yapıları tercih ederler. Satıcılar ise, yapıları enerji etkin hale getirmek için yatırım yaparlar ve bu yatırımı belli bir sürede amorti etmek için kira/satış bedeline belli bir miktar ilâve yaparlar. Bu çevrimin sonunda yapılan yatırımlar, doğal olarak yapının değerini yükseltir. Enerji etiketlemelerindeki en büyük zorluklardan birisi, sübvans edilmeyen, zorunluluk getirmeyen ya da finansal yaptırımı bulunmayan uygulamaların ev sahipleri ve/veya kiracılar açısından çok çekici bulunmamasıdır.

Yapı/ev alımı ve kiralanmasında dikkate alınan çok sayıda kriterin (yerleşim yeri, komşuluk, hizmetlere yakınlık, vb.) karar alma süreçlerinde büyük etkisi olması, buna karşılık işletme maliyetlerinin (ki enerji maliyeti bunun ancak bir kısmını oluşturmaktadır)daha az dikkate alınması da, enerji etiketlemesi uygulamalarının yaygınlaşmasının önündeki engellerin başında gelmektedir.

Yapılarda enerji etiketlemesi sürecinde farklı toplumsal aktörlerin farklı tepkileri olmaktadır. Müteahhitlerin bir kısmı etiket standartlarını ekstra bir maliyet kalemi olarak görürken, bir kısmı ise standartların evlerin yüksek kalitesinin sergilenmesinde iyi bir vasıta olduğunu düşünmektedir. Enerji teminiyle uğraşan firmalar, kendi kullandıkları yakıtın avantajlarını ve yerine getirmek zorunda oldukları yükümlülükleri etiketler aracılığıyla tüketicilere gösterebilmektedirler. Yalıtım malzemelerini evlere kuran firmalarla bunların imalatçısı olan firmalar, pazarın büyümesinden dolayı enerji etiketlemesi işine doğal olarak sıcak bakmaktadırlar. Tüketici organizasyonları da tüketim kalitesi açısından sürece destek vermektedirler. Sürece en güçlü itiraz, mevcut bir Yapıda yeni yatırımlara yol açabilecek mecburiyetlerle karşı karşıya kalan kiracı ya da ev sahiplerinden gelmektedir.

Yapılardaki etiketleme çalışmaları özellikle alan ve su ısıtma konularında yoğunlaşmaktadır; çünkü alan ve su ısıtıcıları enerji tüketiminde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalara göre; Avrupa'da hatta Güney Avrupa ülkelerinde bile müstakil konutlarda harcanan enerjinin büyük bir bölümü ısıtma ve sıcak su üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Avrupa ülkelerindeki konutlarda gerçekleşen nihai enerji kullanımının çeşitli harcama tiplerine göre dağılımını gösteren tablo aşağıdaki gibidir(Kavak, 2005).

Tablo 4.4. Bazı Ülkelerde Gerçekleşen Nihai Enerji Kullanımının Dağılımı(MVV Consultants and Engineers,2004)

Nihai kullanım	AB-15	Yunanistan- Portekiz-İspanya	İsveç-Danimarka- Hollanda-Birleşik Krallık
Alan Isıtma	%68,6	%51,4	%58,8
Su Isıtma	%15,1	%14,3	%22,5
Yemek Pişirme	%5,3	%13,3	%6,1
Diğer	%11,1	%21,0	%12,5

Yapılan değerlendirmeler, Avrupa ülkelerinde alan ısıtma konusunda gerçekleştirilen çalışmaların enerji etkinliğinde önemli iyileşmelere sebep olduğunu Yapı kodlarının özellikle yeni yapılarda etkili biçimde uygulandığını göstermektedir. Aynı çalışmalar, alınan tedbirlerin etkisinin yıldan yıla arttığını ortaya koymaktadır. Ülkemizde bu konuda henüz yaygın bir uygulama yoktur.

4.2.4. Bina Otomasyon Sistemlerinin Uygulanması

Uluslararası terminolojide; BMS (Building Management Systems), BAS (Building Automation Systems) veya FMS (Facility Management Systems) gibi tanımlarla anlatılan ve dilimizde genellikle BOS (Bina Otomasyon Sistemleri) olarak karşılık bulan kavram, temel olarak yapı ya da yapı gruplarındaki ısıtma kazanları, klima santralleri, soğutma grupları gibi mekanik cihazların, otomatik kontrolünü yapan düzenlere verilen addır.

BOS'un amacı, yapıdaki cihazlarla ilgili izleme, işletme ve yönetme işlerinin merkezleştirilmesidir. Yapıda bulunanlar için daha güvenli ve konforlu bir ortamı daha az işgücü ve enerji ile oluşturabilmek için BOS şarttır(İnternet 7).

Bilgi ve iletişim teknolojileri enerji tasarrufunun çok az rol oynadığı alanlarda hızlı bir şekilde gelişmektedir. Lüks, konfor ve kolaylık trendinin gelecek yıllarda enerji talebini artıracığı görülmektedir. Bu artış, özellikle çeşitli cihazların sayısındaki büyümede, konfor talebinin (kışın daha yüksek sıcaklık ve yazın daha

ılık bir hava ihtiyacı) artışında ve muhtemelen kişisel bilgisayar türünden araçlardaki dayanıklılığın ve çoğalmasında kendini gösterecektir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Isıtma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinde, herhangi bir yerde insanların varlığını fark eden sensörler (algılayıcılar) vasıtasıyla ihtiyaç fazlası tüketimin en aza indirilmesi, bu uygulamaların şimdilik en yaygınlaşmış örneklerinden birisidir. Aynı sistemlerin evin içindeki odalara bile uygulanabildiği ve böylece ısıtma ya da havalandırmanın sensörün algılamasına göre gerçekleştirildiği tasarımlar, konfordan taviz vermeyen ama aynı zamanda enerji etkinliği sağlayan seçenekler olarak modern mimarinin ilgi alanına girmiş bulunmaktadır.

İsveç'te enerji etkinliğinin esas alındığı yeni tip yapılarda asansör ve merdivenlerde heliostat lambalarla aydınlatma, yapının boş yüzeyleri için enerji etkin aydınlatma gereçleri, müşterek alanlarda ses ve hareket dedektörlerine bağlı aydınlatma, her bir evin içine yerleştirilen ekranlar yoluyla yapılan site-içi haberleşme, ziyaretçilerin dairenin içinden izlenmesine imkan veren yapı girişindeki kameralar, ev içi ve dışı sıcaklık ve basınç değerlerini sunan göstergeler, bütün ıslak zeminleri donatan alarmlar, alarmin çalışması durumunda yapıdaki bütün elektrik ve suyun otomatik olarak kesilmesini sağlayan kontrol sistemleri, enerji etkin büyük pencere sistemlerinin alttan ısıtmalı sistemlerle entegrasyonu, ısı geri kazanımına yönelik havalandırma sistemleri, bütün dairelere yerleştirilen enerji etkin buzdolapları ve biyogaz ocakları ile mikrodalga fırınları ve elektrikli su ısıtıcıları; geri dönüşümlü kağıt, cam şişe ve alüminyum teneke gibi atıkları ayırt eden ve güçlü vakum etkili akıllı çöp ayrıştırma sistemleri bu yapıların ilk bakışta dikkat çeken önemli özellikleri arasında yer almaktadır(Kavak, 2005).

Tüm bu bahsedilen otomasyon sistemlerinin mevcut yapılara uygulanması sonucunda da yeni yapılarda elde edilen enerji etkinliği elde edilecek ve enerji kayıpları minimuma indirilecektir. Bu sistemlerin uygulanmasında ortaya çıkacak en önemli sorun, pahalı sistemler oluşundan kaynaklanabilmektedir. Ancak enerji tasarrufundan sağlanan kazanç yatırım maliyetini fazlasıyla karşılayacaktır.

4.2.5. Yakıt Özelliklerinin İyileştirilmesi/Değiştirilmesi

Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; yakıt konusunda dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri ve çevre sorunları gibi önemli olumsuzluklar doğurmaktadır. Bu nedenle yerel doğal zenginlikler konumunda olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önem taşımaktadır. Ayrıca günümüzün en önemli çevre sorunları arasında yer alan yanma sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonlarının azaltılması da büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının geliştirilmek istenmesinin bir başka nedeni de, dünyada sınırlı olan fosil yakıt rezervlerini tükenmekten olabildiğince korumaktır. Kanıtlanmış üretilebilir petrol ve doğal gaz rezervlerine insan ömrüne sığacak kadar ömür biçilmesi, insanlığın geleceği açısından düşündürücüdür. Kısacası alışlagelen enerjide bir sınıra yaklaşılmıştır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme için ekonomik sınırlar kapsamında kullanıma uygun teknolojilerle yenilenebilir enerji eşiğinin aşılması gerekmektedir(DPT, 2001)

Konut sektöründe 1970 ve 1993 yıllarındaki enerji tüketimleri incelendiğinde, hava kirliliği açısından önemli problemlere yol açan linyitin payının %8'den %13'e yükseldiği, buna karşılık doğal gaz ve elektrik kullanımının da artarak, hava kirliliğinin azalması yönünde olumlu etkilerde bulunduğu görülebilir. Ayrıca konutlarda kullanılan ve %3.5 oranına kadar kükürt içeren 5 numaralı fuel-oil 1993 yılında üretimden kalkmış, onun yerine ağırlıkça %1.5 kükürt içeren ve 10,000 kcal/kg ısı değere sahip olan kalorifer yakıtı kullanılmaya başlanmıştır. Çeşitli illerde özellikle kış döneminde yaşanan hava kirliliğini kontrol etmek amacıyla, konutlarda iyi kaliteli linyit, taşkömürü ve doğalgaz kullanımı zorunlu hale getirilmiştir (ETKB Genelge, 1994). Petrokok ucuz bir yakıt olarak Türkiye'nin gündemindedir. Ancak özellikleri açısından tehlikeli atık sınıfına girebilecek durumda olduğundan, bu yakıtın konut sektöründe kullanılması kesinlikle önlenmelidir. Bu çerçevede, ÇOB tarafından çıkartılan 13 Ocak 1995 tarih ve 1995/1 sayılı genelge ile ısınma amaçlı kullanıma getirilen yasaklama titizlikle uygulanmalıdır. Enerji kökenli hava kirliliği problemlerini azaltma konusunda alınacak en önemli tedbirlerden birisi, kullanımdaki mevcut yakıtların, daha iyi kaliteli yakıtlarla değiştirilmesidir. Önce Ankara'da, daha sonra kısmen İstanbul'da

ve diğ er bazı illerde uygulanan doğal gaz dönüşümü, çevre kirliliğ inin azaltılmasında etkileri yaşanan en güncel örneklerden biridir. Özellikle kömür ve fuel-oil'in, hava kirl etme potansiyellerinin düşürülmesi, yakıt kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Fuel-oil için desülfürizasyon uygulaması ve kömür zenginleştirme ve briketleme uygulamaları Türkiye'deki yakıt kökenli hava kirliliğ i problemlerinin çözümü için çok olumlu sonuçlar verecektir(Arnoğ lu ve Tokgöz, 1993).

Bu alandaki teknolojik gelişmelerin hızı ve ö lkemiz potansiyeli göz önüne alındığında bu rakamların en az beş misli fazla olabileceğ i açıktır. Ayrıca jeotermal enerjinin konut sektöründeki kullanım oranı artırılmalı, 2010 yılı için tahmin edilen 4.897 milyon TEP üretim en az 10 milyon TEP olarak hedeflenmelidir. Biyomas ve biyogaz üretimi konusunda çalışmalar yapılmalı, konut sektöründe bu kaynakların kaçak odun kesimine mani olması, hayvan ve bitki artıklarını ikame etmesi sağ lanmalıdır. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile doğal gazın rekabet şansının artması için, enerjinin çevre maliyetinin, enerji fiyatına dahil edilmesi gereklidir. Bu amaçla bütün enerji kaynaklarından emisyon vergisi alınması gereklidir. Bu verginin, gerçekçi olmayan fiyatlandırmaya yol açmaması için, belli değ erleri açmamasına ö zen gösterilmelidir. Kükürt vergisi olarak 20 \$/ton SO₂, karbon vergisinin 5-10 \$/ton CO₂ dünyada uygulanmış değ erlerdir(Northaus, 1991).

Yakıt dağıtımının mutlaka kontrol altına alınması, hangi bölgede, hangi özelliklerde ve ne miktarlarda yakıt satıldığ ının/satılacağı nın ortaya konması ve sıkı bir şekilde denetlenmesi gereklidir. Bu çerçevede, yetki kargaş asının önlenmesi, merkezi laboratuvarların kurulması ve belediyelerin kontrol ekiplerinin teknik açıdan güçlendirilmesi, atılacak bazı önemli adımlardır.

4.2.6. Dönüşüm Sistemlerinin Özelliklerinin İyileştirilmesi /Değ iştirilmesi

Mevcut haliyle, yoğun enerji tüketiminin sorumlusu yalnızca yakıt kalitesinin düşüklüğü değildir. Yakma sistemlerinin verimli olmayışı, yanma kontrolünün otomatik olarak yapıldığı ve baca gazı temizleme (sıyırma) sistemlerinin ekonomik olarak uygulanabildiğ i birleşik ısı-güç santrali ve merkezi ısıtma sistemlerinin sayısının çok az olması, ısı iletim/dağıtım hatlarındaki yalıtımın yetersizliğ i,

elektrikli ev araç-gereçlerinin enerji etkinliğinin düşüklüğü gibi nedenler, daha yüksek miktarlarda enerji kullanımını ve dolayısıyla daha fazla emisyon sonucunu doğurmaktadır. Enerjinin ve çevrenin korunması açısından çok önemli olan, düşük kaliteli kömürleri dahi yüksek verimle yakabilen, ayrıca emisyonları -özellikle SO₂ ve NO_x emisyonlarını- azaltarak, yanma sonrası sıyırma maliyetini düşüren bazı teknolojiler geliştirilmiştir(DPT, 1997).

Diğer taraftan, evlerde kullanılan yeni araç ve gereçlerin verimlerinde büyük artışlar vardır. Örnek olarak 1972 yılında üretilen buzdolabı ile, 1987 yılında üretilen buzdolabının arasında %100'e yakın verimlilik artışı vardır. Aynı şekilde bu artışlar iklimlendirme cihazlarında %30, dondurucularda %80, gazlı ısıtıcılarda %20 mertebelerindedir. Bu nedenle, yerli üreticilerin, enerji etkinlik standartlarını sağlaması konusunda desteklenmeleri, ithal araç/gereçlere, enerji etkinlikleri açısından limitler getirilmesi zorunludur. Eski tip araç ve gereçlerin belli bir program dahilinde yenilenmesi için gerekli vergi indirimi vb. kolaylıklar sağlanmalıdır(DPT, 1997).

4.2.7. Mali Teşvikler

Yapının enerji etkinliği, yapı fiyatlandırma politikalarında mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu çerçevede yapı alım-satım vergisinde ve yıllık vergilerde, yapının enerji sınıfına göre değerlendirmelerin yapılması, yıllık enerji tüketimleri 50 kWh/m²'nin altında olan yapılardan hiç vergi alınmaması, 100 kWh/m²'den fazla olan yapılardan daha fazla vergi alınması şeklinde bir uygulama getirilebilir. Enerji tasarrufu sağlayacak, çevre kirliliğini azaltacak her türlü harcamaya ucuz kredi verilmeli, bu amaçla kullanılan malzeme, araç/gereç fiyatlarına vergi indirimi, gümrük indirimi gibi kolaylıklar getirilmelidir.

Birçok ülkede mevcut yapılarda enerji etkinliğini teşvik etmek amacıyla mali teşvikler kullanılmaktadır. Avusturya ve Belçika'da hükümetler, yapılarda ısı yalıtımını iyileştirmek amacıyla sübvansiyon uygulamaktadır. Danimarka, İngiltere ve İrlanda'da ise düşük gelirli kimselere oturdukları konutlarda enerji etkinliği tedbirlerini uygulayabilmeleri için mali destek verilmektedir.

Bazı ülkelerde hükümetler kamu kuruluşlarındaki yapı enerji etkinliğini artırmaya yönelik programlar geliştirilmişlerdir. Sözelimi Finlandiya, kamu ve belediye kuruluşlarında ısıtma için harcanan enerji ile elektrikli aletlerden kaynaklanan enerji tüketimleri azaltmayı hedeflemektedir. Aynı şekilde İngiltere, 1999 yılında kamu yapılarındaki enerji tüketimini azaltmak için beş yıllık bir program geliştirilmiştir. ABD ve Kanada’da enerji tasarrufu şirketleri kamu yapılarındaki enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar(Kavak, 2005).

Türkiye’de enerji etkinliği adına bu tarz mali teşviklerin uygulanması söz konusu değildir. Gelişmiş dünya ülkelerinde uygulanan mali teşviklerin benzeri uygulamaların da ülkemizin enerji politikası içinde yer alıp en kısa sürede uygulanabilirliğinin sağlanması enerji etkinliği açısından önemli adımlar atılmasını sağlayacaktır.

4.2.8. Kullanıcının Bilinçlendirilmesi

Ev sahipleri ve kullanıcılarının sahip oldukları veya oturdukları evlerin yenilenmesi sonucunda sağlanacak enerji tasarrufunun, evin emlak değeri üzerindeki olumlu etkilerinin ve kullanıcının senelik ödeyeceği fatura tutarlarındaki düşüşün kullanıcı ve ev sahiplerine gösterilerek bilinçlendirme sağlanmasıyla pek çok eski ev sahibi mevcut evlerinin yenilenmesi için adım atacaktır. Yapılan bir çalışmada Montreal’de 45 tane ev üzerinde çeşitli araştırmalar yapılarak, evlerin enerji performansları, ısıyı engelleyen dış etkenler, ısı toplama oranı gibi ölçümlerin simülasyon değerlendirilmesi uygulanarak evin mevcut haliyle ne kadar enerji tükettiği ve yapılacak yenilemeler sonucunda ne kadar enerji tüketeceği ev sahiplerine sunulmuştur(Zmeureanu et al, 1999).

Montreal’de 1990 yılında yapılmış bir A evinde enerji tüketim potansiyeli %10 iken aynı yerde 1919 yılında yapılmış bir B evinde enerji tüketim potansiyeli % 75’dir. Yine 1987’de yapılmış bir C evinde enerji tüketim potansiyeli %15 iken 1947’de yapılmış D evinde %45 oranında enerji tüketimi olduğu saptanmıştır. Bu enerji tüketim değerleri evlerin emlak değerlerini de etkilemektedir. Ev sahiplerinin evlerin enerji performansları hakkında detaylı olarak bilgilendirilmesi ve diğer evlerle karşılaştırılması, yapı yenilemesiyle sağlanacak enerji tasarrufunun ve düşen

hesapların kullanıcıya gösterilmesi varolan enerji performansını geliştirmek için atılacak ilk adımlardan biri olmalıdır(Zmeureanu et al, 1999).

Önerilen bu yöntemle, ev sahiplerine oturdukları evlerdeki enerji kayıplarının kızılötesi kamera detaylandırmalarıyla gösterilmesi, üfleyen kapı testleriyle hava sızdırma oranlarının belirlenmesi, dış cephe camlarının büyüklükleri ve ısıtma kapasitesi hesaplarının yapılarak ortaya konması, mevcut durum ortaya konduktan sonra yapılacak olan yenileme sonucunda ne gibi kazançlar sağlanacağını, yenilenen evlerde enerji biriktirme potansiyel miktarlarının, diğer referans evlerle yapılan karşılaştırmaların ve yapılan yenileme sonucunda evin emlak değerinin de ciddi oranda artacağını ev sahibine sunulması şeklindedir.

Bu sistemle mevcut yapılarda yapılacak olan yenileme çalışmalarının arttırılabileceği sonucuna varılmıştır.

4.2.9. Ar-Ge ve Eğitim Çalışmaları

Türkiye'nin enerji ve çevre konusunda belirlenen araştırma önceliklerine bağlı olarak araştırma programları oluşturulmalı ve bu araştırmaların gerçekleştirilmesinde ulusal kaynakların yanı sıra OECD, Birleşmiş Milletler Avrupa Birliği gibi kuruluşlardan kaynak sağlanmalıdır. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de özel sektörün Ar-Ge (Araştırma Geliştirme) çalışmalarına önemli bir kaynak ayırması, kendi ihtiyaçları ve kamu yararı doğrultusunda üniversitelerin de kalkınmasını sağlayacak proje taleplerinde bulunması gerekmektedir. Ayrıca özel sektör ile üniversite işbirliğine dayalı ve kamunun doğru yönlendirilmesini sağlayacak projelere öncelikli teşvik sağlanmalıdır.

Yapılarda enerji etkinliği sağlama bilincinin geliştirilmesi için her seviyede geniş katılımlı eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi de önem taşımaktadır. İlgili bakanlıkların ortak çalışmaları, okullar, medya ve sivil toplum kuruluşlarının aktif katılımları ile eğitim programları geliştirilmelidir. Yapı kullanıcılarının yalıtımı geliştirme ve enerjiyi etkin kullanma konusunda yapacakları çalışmaların ülke ekonomisi açısından öneminin daha geniş kitlelere duyurulması için medyaya sorumluluklar verilmeli meslek odaları ve Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda eğitim programları uygulanmalıdır(Koçlar Oral, 2000).

4.2.10.Yapısal ve Kurumsal Düzenlemeler

Mevcut durumda enerji konusunda kavram ve yetkiler net bir şekilde ortaya konulmamıştır. Yapılarda enerji tasarrufuna yönelik çalışmalarda yerel yönetimlere önemli ölçüde sorumluluk düşmektedir. Yapılarda enerji konusundaki uygulamaların denetimi yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluğunda ve bu konuda yetişmiş ve deneyimli personel aracılığı ile yapılmalıdır. Yerel yönetimlerin bu görevleri yerine getirmedeki başarısı Bakanlıklarca izlenmelidir. Ayrıca yapılarda enerji ve çevre konusunda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı başta olmak üzere belediyeler ve bu konuda çalışan diğer kuruluşlar ortak hareket edecek stratejiler geliştirmelidirler. Avrupa Birliği'ne katılma girişimlerinde bulunan Türkiye enerji ve çevre konusunda birçok kurum ve kuruluşun üyesidir. Enerji ve çevre konusundaki araştırmalarda dış desteğin önemi bilinmektedir. Bu nedenle uluslar arası kurum ve kuruluşlar ile işbirliğinin artırılması ve uluslar arası kaynakların araştırılması zorunludur(Koçlar Oral, 2006).

Tüm bu yapısal ve kurumsal düzenlemelerin yeni yapıların yanı sıra mevcut yapıları da kapsayacak şekilde ele alınması ülkenin enerji etkinliği politikası açısından kaçınılmazdır.

4.2.11. Mevcut Yapılara Yönelik Mevzuatların ve Yasal Düzenlemelerin Yapılması

Yapılarda enerji etkinliğinin sağlanması, bu konuda yürürlükte olan ve enerji etkin yapı tasarımı ve yapımında doğru sonuçlar sağlayan yönetmelik ve standartların uygulanması ile mümkündür. Enerji korunumu yönetmelikleri enerji harcamalarını minimum gerçekleştiren yapıları tanımlamalı ve bu konuda tasarımcı ve yapımcılara yol gösterici nitelikte olmalıdır. Bu açıdan mevcut yönetmelik ve standartların geliştirilmesi zorunludur.

Ayrıca, tüm gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilim söz konusudur. Güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin önemli bir potansiyeli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yapıların yenilenebilir enerji kaynaklarından yarar sağlayan pasif sistemler olarak tasarımında ve yapımında kullanılacak yönetmelik ve standartların da hazırlanması gereklidir.

1986 yılında Çin’de çıkarılan “Oturulan Binalardaki Yeni Isıtma Sistemlerine Göre Enerjiyi Etkin Kullanma Standartları” adı altındaki yönetmelikle 1980-1981 yılları arasında yapılmış mevcut yapılarda ısıtma enerjisi tüketimini % 30 oranında azaltmıştır. 1995 yılı, aralık ayında ise bu standart revize edilerek % 50 oranında tüketilen enerjinin azaltılması hedeflenmektedir(Siwei, 2003).

Türkiye’de 19 Kasım 1984’ te resmi gazetede yayımlanıp uygulanamayan “Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik” toplam 14 maddeden oluşmaktadır. Yönetmelikte sıcaklık bölgelerine göre ısı geçirgenlik değerleri belirlenerek hangi bölgede hangi ısı geçirgenlik direncinin altında yalıtım yapılmayacağına dair maddeler yer almaktadır. Yönetmelikteki hükümler kısaca şu şekildedir;

- Yapının faydalanılan net alanının %15’ inden fazla olan pencerelerin ısı geçirgenlik dirençleri bulunduğu bölgenin iklim verileriyle oluşturulan değerlerden küçük olmamak şartıyla yalıtılarak kapatılmalıdır. Pencerelerin %15’den fazla olması durumunda ise dış duvarlar yine bölgenin iklimsel özelliklerine göre yalıtılmalıdır. Pencerelerin yalıtılarak kapatılmayan kısımlarında ise çift cam uygulanmalıdır.
- Çatılar, duvarlar ve döşemelerde yine bölgelerine göre ısı geçirgenlik dirençlerinden küçük olmayacak şekilde yalıtılmalıdırlar.
- Isı Yalıtım Projesinde gerekli hesaplar TS 825 standartlarında açıklanan method kullanılarak yapılmalıdır(Yönetmelik, 1984)

Söz konusu yönetmeliğin revize çalışmalarına en kısa sürede başlanması ve yahut yeniden çıkarılacak herhangi bir mevcut yapılarda enerji etkinliği amaçlı yönetmeliğin yürürlüğe sokulması gerekmektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Artan dünya nüfusu ve teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte enerji hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Hızlı enerji tüketimi ve enerjinin sonsuz bir kaynak gibi bilinçsiz kullanımı beraberinde pek çok olumsuzluklar meydana getirmiştir. Yeryüzü kaynakları hızla tükenmektedir. Tükenen kaynakların kullanımından oluşan atıklar, çevre kirliliği yaratarak ekolojik dengeyi bozmakta ve dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Tüm bu olumsuzluklar sonucunda bir takım önlemler alınması ve enerjiyi etkin kullanma zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan bu çalışmayla şu sonuçlara varılmıştır;

- Türkiye’deki yapılarda enerjinin etkin kullanılması ve enerji etkinliğinin yükseltilmesi için alınabilecek tedbirlerin başında, yapıların ısıtma ve soğutma yüklerinin düşürülmesi gelmektedir. Bunun için daha önceden yapılmış yapıların, çatı izolasyonu ve çift cama dönüşüm gibi yöntemlerle rehabilitasyonu büyük önem taşımaktadır. Hem ev sahipleri hem de kiracılar bu tür çalışmalara isteksiz oldukları için belirlenen standartlarda yapı rehabilitasyonunu gerçekleştiren mülk sahiplerinden teşvik edici olması açısından daha düşük emlak vergisi alınmalıdır.
- Konutların yapı kabuğundan kaybettiği ısıyı sınırlandırmak için duvar ve çatılara ait en yüksek ısı geçirme katsayılarının düşürülmesi, bunun için ısı yalıtım malzemeleri kadar enerji etkin yapı elemanlarının da yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Ruhsatsız ve kaçak oldukları için ısı yalıtım standartlarına uyması beklenemeyecek yapılarla ilgili kapsamlı bir rehabilitasyon projesinin geliştirilmesi de ayrı bir başlık olarak ele alınmalı ve bu tür mevcut yapılara yönelik yasal düzenlemeler yapılarak yönetmelik ve mevzuatlar geliştirilmelidir.
- Enerji etkin mimari tasarımlar konusunda mimar, müteahhit ve mühendislerin bilgilendirilmesi için çeşitli sivil toplum kuruluşlarıyla(meslek odaları, mimarlık büroları, müteahhitlik şirketleri, vb) kamu kuruluşları ortak eğitim projeleri gerçekleştirmeli ve var olan projeler yaygınlaştırılmalıdır.
- Yapılar bütünü içinde azımsanmayacak bir yer tutan kamu hizmet yapıları, okullar, hastaneler, ticari yapılar, turistik ve eğlence amaçlı yapılarla özellikle büyük toplu konut alanlarında, etkin enerji kullanımına yönelik programlar uygulanmalıdır. Bunun için enerji denetimleri yapılmalıdır. İmkan olan yerlerde ısı geri kazanımı ve

kojenerasyon sistemlerinin uygulanması enerji etkinliği hesapları doğrultusunda teşvik edilmelidir.

- Yurtdışında uygulanan, yapılarda enerji etkinliğini iyileştirmeye yönelik pek çok uygulama ve sistemin Tşrkiye’de uygulanamamasının sebebi ekonomik sorunlar ve şlkemizin yeterli gelişmişlik seviyesine ulaşamamasıdır. Yurt dışında yşrştşlen şalışmalar yakından takip edilerek, Tşrkiye’deki uygulanabilirlikleri hususunda araştırmalar yapılmalıdır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gşneş sistemlerinden yararlanma gibi fosil yakıtlara bağımlı olmayan enerji şretim uygulamalarının şlk yatırım maliyetlerinin yşksekliği, bu sistemlerin uygulanması işin gerekli olan araştırma ve geliştirme şalışmalarına yeterli desteğin verilmemesi şlkemizde hala fosil yakıtlara bağımlı ve kendini yenileyemeyen bir enerji kullanımını sağlamaktadır. Gşneş sistemlerinden yararlanmaya son derece mşsait olan şlkemizde bu konuya yönelik ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya yönelik teşvik edici şalışmalar yapılmalıdır.

- Yapılarda Enerji etkinliği hususunda Yşnetmelik ve mevzuatlar şlkemizde tam olarak dşzenlenmediği işin bu konuda yaptırımlar sşz konusu değildir. Kullanıcının bilinşlendirilmesine dair yapılan şalışmalar da oldukça yetersiz olduğundan şlke genelinde gereken duyarlılık ve paralelinde uygulama şalışmaları sağlanamamaktadır. Bu konuda mevzuat ve yşnetmelikler en kısa sşrede yenilenmeli ve kullanıcının bilinçlendirilmesi işin şalışmalar yapılmalıdır.

- şlkemizde enerji etkinliğini sağlamak amacıyla yapılan en yaygın uygulama ısı yalıtımıdır. Yeni yapılardaki uygulamalar TS 825 standardıyla zorunlu hale getirilmiştir. Mevcut yapılarda ise kullanıcı bilinşlendirilerek başlangış maliyetinin fatura miktarlarındaki kazanştan sağlanabileceği gşsterilerek kullanıcının ekonomik kaygılar sebebiyle yalıtım uygulamalarına olumlu yaklaşımı sağlanabilmektedir. Ancak bu yaklaşımın yanı sıra var olan mevcut yapılara uygulanması zorunluluğunu sağlayacak standartlar getirilmeli ve mevcut binaların yalıtımını teşvik edici bilinçlendirme şalışmaları yapılmalıdır.

Sonuç olarak enerji açısından dışa bağımlı olan Tşrkiye’de enerjinin etkin kullanılarak, yenilenebilir kaynakların kullanılacağı sistemlerin geliştirilmesi ve dışarıya bağımlı olmayan bir şlke haline gelmemiz, toplumumuzun sağlığı ve gelecek nesillerin daha temiz bir çevrede, daha rahat yaşam standartlarıyla

yaşamasını sağlamak için ülkemizin ekonomik açıdan yeterli gelişmişlik seviyesine ulaşması, yasal düzenlemelere gereken önemin verilmesi, kullanıcının bilinçlendirilmesi, kişilerin de bireysel olarak gereken duyarlılığı göstermesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aksoy U. T, İnallı M, Tuğal M, 2004, “Kompozit Bir Duvar da Mevsimlik Isı Kayıp-Kazancı ve Yön İlişkisinin Belirlenmesi”, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, sayı 16(1), s 115-125, Elazığ.
2. Arıoğlu E, Tokgöz N, 1993, “Ülkemiz Linyit Yataklarında Gerçekleştirilen Sondaj Çalışmalarına Ait Geometrik Büyüklükler ve Teknolojik Analiz Sonuçları Üzerine Bir İstatistiksel Çalışma”, (yayınlanmamış), İstanbul.
3. Bektaş ve Aksoy, 2005, “Soğuk İklimlerdeki Binalarda Pencere Sistemlerinin Enerji Performansı” Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi” sayı:17, s 507, Elazığ
4. Berköz E, Küçükdoğdu M, Yılmaz Z, ve diğ., 1995, “Enerji Etkin ve Konut Yerleşme Tasarımı”, TÜBİTAK, İNTAG-201, İstanbul
5. Bayazıt N, Dülgeroğlu Y, Yılmaz Z, 1992, Toplu Konut Standartları, Toplu Konut Yapımcıları Derneği, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul
6. Blanchard S, Reppe P, 1998, “Life Cycle Analysis of a Residential Home in Michigan” Center for Sustainable Systems University of Michigan
7. Çakmanus İ, 2004, “Bina Yenilemelerinde Güneş Enerjisinin Kullanılması Bazı Uluslararası Projelerden Elde Edilen Sonuçlar ve Deneyimler”, Yapı Dergisi, sayı 268, s 91-94
8. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005, “Sürdürülebilir Kalkınma Sürecinde Çevre Yönetimi İkinci Komisyonu İklim Değişikliği Alt Komisyon Raporu”, Ankara
9. Dağsöz A, Işıkel K, Bayraktar K, 1999, “Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı İle Çözümü Ve Enerji Tasarrufu” IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi
10. Dilmaç Ş, Tırıs M, “Ülkemizde Kullanılan Bazı Dış Duvar Sistemlerinin Enerji Tasarrufuna ve Çevreye Etkilerinin Belirlenmesi”, Tesisat Mühendisliği, s 3, 1995, İstanbul.
11. DPT, 1997, Ulusal Çevre Eylem Planı: Enerji Sektöründen Kaynaklanan Hava Kirliliği, Ankara
12. DPT, 2001, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara

13. DPT, 2006, Dokuzuncu Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara
14. Edwards B, 1998, Enerji Green Buildings Pay, E&FN Spon, London, 2005
15. “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Genelgesi”, 17 Haziran 1994.
16. Esin T, 2006, “Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı”, İzolasyon Dergisi, sayı 261, s 68-71
17. Esin T, 2007, “Enerji Etkin Pencerelelerin Yapıların Isısal Performansına Etkisi” , İzolasyon Dünyası Dergisi, sayı 63, s 63-66
18. Esin T, 2005, Ekolojik Yapı Malzemeleri Ders Notları, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Gebze
19. Esin T, Çoşgun N, “Betonarme Yapım Sistemlerinin Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi”, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi 6-8 Ekim 2004 Bildirileri, İTÜ-Taşkışla, İstanbul
20. Evcil N, 2005, “Isı Yalıtımının Önemi”, İnşaat Dünyası, sayı 262
21. İZODER, 2005, Türkiye’de Yalıtım Gerçeği, İstanbul
22. Kavak K, 2005, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, DPT İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara
23. Koçlar Oral G, 2000, Binalarda Isı Yalıtımı Ve Enerji Verimliliği, İTÜ Araştırma Fonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
24. Koçlar Oral G, 2006, “Yalıtım Dergisi ile Röportaj”, Yalıtım, sayı 54, İstanbul.
25. Korucu Y, 2005, “Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı Taslağı”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri Bildirileri 2005, Ankara
26. Küçükyalı R, 2005, “Merkezi ve Bireysel Sistemlerde Enerji Tüketimi”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildirileri, İstanbul
27. Manioğlu G, Yılmaz Z, 2002, “Bina Kabuğu ve Isıtma Sistemi İşletme Biçiminin Ekonomik Analizi” İTÜ Dergisi, Cilt 1, sayı 1, s 22
28. MVV Consultants and Engineers, 2004,Türkiye için Enerji Verimliliği Stratejisi-Türkiye’de Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi Projesi Çerçevesinde, EİE-UETM işbiliği, Berlin

29. Northaus W.D,1991, "Economic Policy in the Face of Global Warming", Energy and Environment in the 21th Century, The MIT Pres.
30. Özcan M, 2005, “Enerji Verimliliği Hedefleri ve Uygulamadaki Güçlükler”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri Bildiriler 2005
31. Özdemir M, 2005, “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ve Son Gelişmeler”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri Bildiriler 2005
32. Özkan E, 2005, “Yakıtta Enerji Tasarrufu Nasıl Yapılır”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri Bildiriler 2005
33. Reilly J.M, 1997, Selection of Gren Building Materials, Environmental and Occupational Health Scienc, New York Medical Collage
34. Rubacı E, 2001, Bilim Teknik Dergisi 1129277106, s 26-27, İstanbul
35. Rubacı E, 2006, “Konutlarda Enerji Tasarrufu, İzolasyon Dünyası”, sayı 58, s 54-55
36. TÜBİTAK, 2003, Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli, Ön Rapor, Ankara
37. Şahin M, 2005, “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri Bildiriler 2005
38. Yönetmelik, 1984, “Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik” 22 Şubat, Ankara
39. Yılmaz Z, 1983, İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul
40. Siwei, 2003, “Progress in energy-efficiency standards for residential buildings in China” Energy and Buildings, 36(2004) 1191-1196

41. Zmeureanu et al, 1999, "Development of an energy rating system for existing houses" Energy and Buildings, 29(1999) 107-119

İNTERNET KAYNAKLARI

1. <http://www.arkitera.com/haberler.21/11/2002>
2. http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/bulten.htm
3. <http://st.fatih.edu.tr/~cenkakman/enerjikaynaklari.htm>
4. <http://www.eurima.org>
5. <http://www.die.gov.tr>
6. <http://www.optimalas.com.tr/default.asp?txtpage=haber&txt=shab&id=32>
7. <http://www.akcam.com.tr/bos.htm>
8. <http://www.greenbuilder.com/sourcebook/PassSolGuide1-2.html>
9. <http://www.izotem.com./photo2.htm>
10. <http://www.efficientwindows.org/>- Efficient Windows
11. <http://www.athenasmi.ca>
12. <http://www.eie.gov.tr>
13. <http://www.mashav.com/solar-energy/active.htm>
14. <http://izoder.org.tr/pdfadmin/files/1129278006.pdf>
15. <http://izoder.org.tr/pdfadmin/files/1161250780.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Meltem IŞIK 05.01.1982, Malatya doğumlu olup ilk, orta ve lise eğitimini Malatya’da tamamladıktan sonra, 1999-2004 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Yozgat Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Mimarlık Bölümünü okumuştur. 2004 yılında başladığı Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Anabilim dalındaki yüksek lisans eğitimini halen sürdürmektedir.