

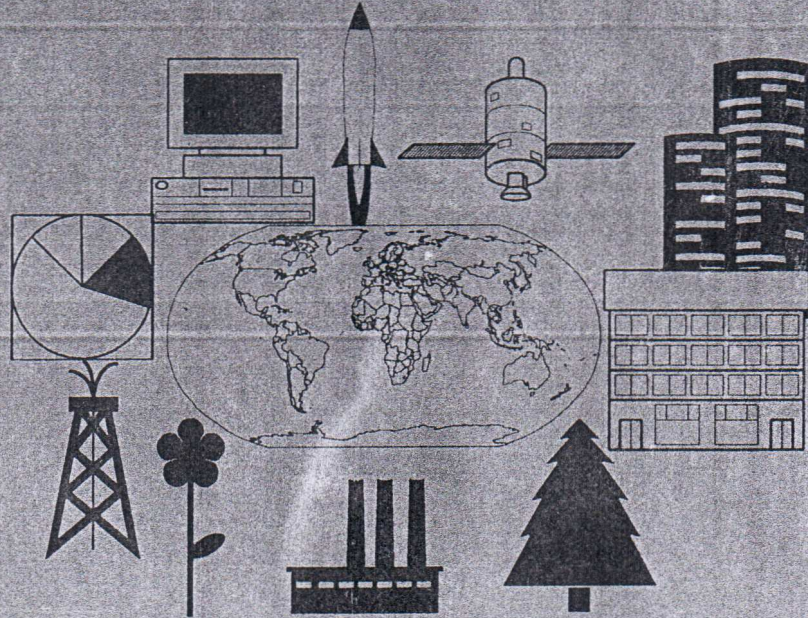


**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

*Harran University  
Faculty of Engineering*

**3. GAP MÜHENDİSLİK KONGRESİ  
BİLDİRİLER KİTABI**

*Proceedings of the Third GAP Engineering Congress*



**Derleyenler**

*Edited by*

**Bülent Yeşilata & Fatih Alagöz**

**24-26 Mayıs 2000**

*24-26 May 2000*

**Harran Üniversitesi Basımevi**

*Harran University Press*

**Şanlıurfa**

## BİNALARDA YALITIM KULLANIMININ EKONOMİK ANALİZİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

M.Azmi AKTACİR, Bülent YEŞİLATA ve Ş.Müslüm AÇIKER

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

**Özet** Ülkemizde merkezi ısıtma sistemi projelendirmeleri, genellikle ısı kaybı faktörü düşünülmeden seçilen bina yapı elemanlarına bağlı olarak yapılmaktadır. Bu durumda tüketici bina maliyetinden tasarruf ederken, merkezi ısıtma sistemi ilk yatırım ve işletme maliyetleri artmaktadır. Bu çalışmada, bina yapı elemanlarının ısı kaybını minimuma indirecek şekilde seçilmesi halinde, merkezi ısıtma sistemi yatırım ve işletme giderlerinden sağlanacak tasarruf örnek bir bina için araştırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yalıtım, Enerji tasarrufu, Merkezi ısıtma sistemi.

## AN ECONOMICAL ANALYSIS ON THERMAL INSULATION USE IN BUILDINGS

**Abstract:** In Turkey, it is highly usual that the selection of building construction elements is done without considering their heat-loss factor, and then necessary components and capacity of the central heating system is decided. This approach results in selection of heating system components which are unnecessarily large in size and/or in capacity and higher cost; even though cost of building construction elements may seem to be lower. In this study, it is shown for a case study that building construction elements selected to reduce heat loss to minimal provide significant reduction on investment and operating cost of the building heating system.

**Key words:** Thermal insulation, Energy economy, Building heating system.

### 1. GİRİŞ

Kapalı mekanlardaki psikrometrik koşulların kontrolü, insan konforu için olduğu gibi bir çok endüstriyel uygulamalar için de gereklidir. Sabit sıcaklık şartlarında fonksiyonunu sürdüren insan metabolizmasının üretkenliği ile bulunulan ortamdaki sıcaklık ve nem değerleri arasındaki direkt bir ilişki söz konusudur. İnsan vücudunun beklenen işlevini sağlıklı ve verimli olarak sürdürebileceği psikrometrik koşulların konfor bölgesi olarak da adlandırılan belli limitler içerisinde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Dış ortam koşullarının mevsimlere bağlı olarak değişkenliği kontrolünün mümkün olmaması nedeniyle arzu edilen konfor şartlarını sağlamak ancak kapalı mekanlarda mümkün olabilmektedir. Dış ortam sıcaklığı ile konfor için gerekli sıcaklık arasındaki farkı kapatma düşüncesiyle insanın varoluşundan bu yana ortaya çıkmış ısıtma sistemleri bulunulan devrin bilgi ve teknolojisine bağlı olarak çeşitli evrimler geçirmiştir. Bu gelişim süreci içerisinde en önemli aşamalardan biri olarak

tüketilen enerjinin daha verimli kullanılması amacıyla, lokal ısıtmadan merkezi ısıtma sistemlerine geçiş gösterilebilir.

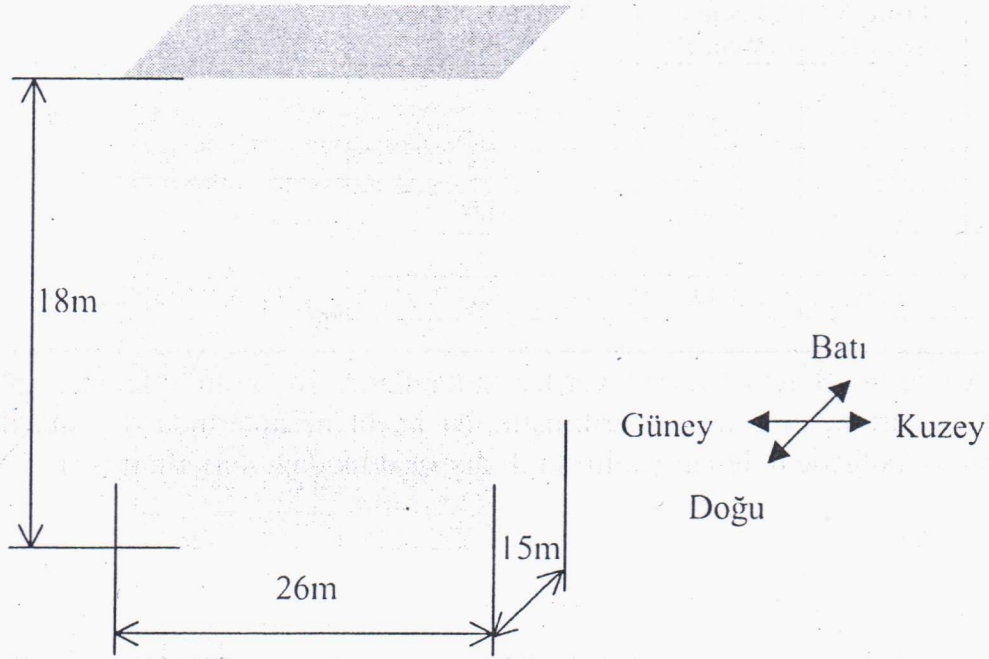
Merkezi ısıtma sistemleri günümüzde enerji ekonomisine uygunluğuna ek olarak şehirleşmenin getirdiği zorunluluk sebebiyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak gelişmiş ülkelerde uygulanan sistematik ve istikrarlı enerji politikalarının katkısıyla daha ekonomik şartlarda elde edilebilen ısı konforu, Türkiye’de halen çok yüksek bedel ile temin edilebilmektedir. Merkezi ısıtma sistemlerinin kullanıldığı binalarda, ısı yalıtımı standartlarının yetersizliği sonucu, bir  $m^2$  alanın ısıtılması amacıyla yılda ortalama 250-350 kWh enerji harcanmaktadır.[1] Isıtma amacıyla binalarda birim  $m^2$  başına harcanan enerji gelişmiş ülkelerde 50-100 kWh arasında değişmektedir. Örneğin Almanya için 1995 tarihli yönetmelikle bu değerler 54-100 kWh/ $m^2$  arasında sınırlandırılmış ve 1999 tarihli revizyon ile 30-60 kWh/ $m^2$ ’ye çekilmesi hedeflenmiştir. 1993 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık %60’ı ithal edilen 61 milyon TEP enerji tüketiminin 17.5 milyon TEP’lik bölümü binaların ısıtılması amacıyla kullanılmıştır[1,2]. Ülkemizde ısıtma ihtiyacı için harcanan enerjinin yaklaşık %85’lik kısmı birincil yakıtlar olup, bu yakıtların tükenmeye yüz tutuyor olması ve atmosfere bıraktığı zararlı emisyonlar dolayısıyla ülkemizde sistemlerde enerji tasarrufuna yönelik uygulamaların kaçınılmaz olduğu gerçeği ortadadır. Bu doğrultuda, 1992 yılında Rio De Jenerio’daki çevre kalkınma konferansında ve 1997 yılında da Kyoto’daki iklim değişikliği sözleşmesinde, enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının düşürülmesi için alınan ortak kararlara Türkiye’de uyacağını taahhüt etmiştir. Bu kararlarda, sera gazı emisyonunun artmasından kaynaklanan küresel ısınmanın dünya için bir tehdit oluşturduğu kabul edilerek, acil tedbirlerin alınması gereği ifade edilmektedir. Buna göre enerji tasarrufunun artırılması ve enerji tüketiminin (ısıtma, aydınlatma, ulaşım, endüstriyel prosesler vb.) azaltılması için gerekli teknolojilerin uygulanarak, yaygınlaştırılması öngörülmektedir[3].

Ülkemizde bu konuda atılmış en önemli adım olarak, 1985 yılından beri uygulanan “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardının revize edilerek Nisan 1998’de yürürlüğe girmesi ve 14 Haziran 1999 tarihinde Resmi Gazete’de bir yıl içerisinde zorunlu olarak uygulanmaya başlanması kaydıyla yayınlanması gösterilebilir. Söz konusu standart doğrultusunda ısıtma için bir  $m^2$  başına harcanan enerjinin; 4. iklim bölgesi hariç olmak üzere, 64-120 kWh seviyelerine indirilmesi amaçlanmaktadır. Yeni ısı yalıtım standardı temel olarak insan konforundan taviz vermeden enerji tüketimini minimuma indirmeyi hedeflemektedir[4].

Ülkemizde ısı yalıtımı amacıyla kullanılan malzemeler konusundaki yaklaşımın kısa vadeli değerlendirmelerde belirlenmesi sonucu, kullanım düzeyi çok düşük ve bunun bedeli ise önceden bahsedildiği üzere çok yüksektir. Yalıtım malzemesi tüketimi İsveç, Almanya ve Kuveyt’te sırasıyla 1.03, 0.33 ve 0.13  $m^3$ /kişi iken, Türkiye’de 0.02  $m^3$ /kişi değerine sahiptir[5]. Genel yaklaşım; kullanılan yalıtım amaçlı malzemelerin mevcut ilk yatırım maliyetine direkt olarak ekleneceği tarzında olup, olayın gerçek boyutları üzerinde ikna edici çalışmaların tüketiciye yansımaması söz konusudur. Bu nedenle, bu çalışmada örnek bir bina için mevcut ısı yalıtım standartlarına uygun yapı elemanlarının uygulanması halinde ilk yatırım ve işletme maliyetleri açısından yalıtım öngörülmemiş bir projeye kıyasla ortaya çıkabilecek farklar basit bir analizle gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar standartlara uygun projelendirmenin tüketici lehinde olduğunu göstermektedir.

## 2. UYGULAMA VERİLERİ ve YÖNTEMİ

II. bölgede seçilen örnek bina, 5 katlı ve 10 dairelidir. Binanın oturma alanı  $26 \times 15 \text{ m}^2$  olup doğu cephesidir. Bina hacmi brüt  $6750 \text{ m}^3$  ve ısıtılacak mahalin toplam taban alanı  $1164 \text{ m}^2$ 'dir. Betonarme olan yapıda dış duvarlar 20 cm, iç duvarlar 10 cm kalınlığındadır. Kiriş yüksekliği ve genişliği 40 cm olup donatılı normal beton kullanılmıştır. Merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılmakta olan binada kolonlu tip çelik radyatör (160/ 500) ve katı yakıtlı kazan kullanılmıştır.



Şekil 1. Örnek binanın vaziyet planı.

Örnek binanın merkezi ısıtma sistemi, klasik projelendirme (Proje A) ve ısı yalıtım standartlarına uygun projelendirme (Proje B) olarak iki farklı durum için, ilk yatırım ve işletme maliyetleri açısından incelenmiştir. Örnek binanın her iki durumdaki yapı elemanlarına ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. Proje A ve Proje B'de kullanılan yapı elemanlarının özellikleri.

Yapı Elemanı	Proje A	Proje B
Pencere-Kapı	Tek camlı, plastik çerçevesi	Çift camlı, plastik çerçevesi
Dış duvar	3 cm dış sıva (çimento harcı), $1200 \text{ kg/m}^3$ 'lük 15 cm kalınlığında düşey delikli normal tuğla, 2 cm iç sıva (kireç çimento harcı)	3 cm dış sıva, $1200 \text{ kg/m}^3$ 'lük 10 cm kalınlığında düşey delikli normal tuğla, 5 cm polistiren köpük, 2 cm iç sıva
Döşeme	2 cm mozaik, 3 cm tesviye betonu, 12 cm donatılı beton, 2 cm iç sıva	2 cm mozaik, 3 cm tesviye betonu, 12 cm donatılı beton, 4 cm köpük levha, 2 cm heraklik, 2 cm iç sıva
Tavan	2 cm mozaik, 3 cm tesviye betonu, 12 cm donatılı beton ve 2 cm iç sıva	2 cm mozaik, 3 cm tesviye betonu, 12 cm donatılı beton 10 cm Polistiren köpük, 2 cm iç sıva

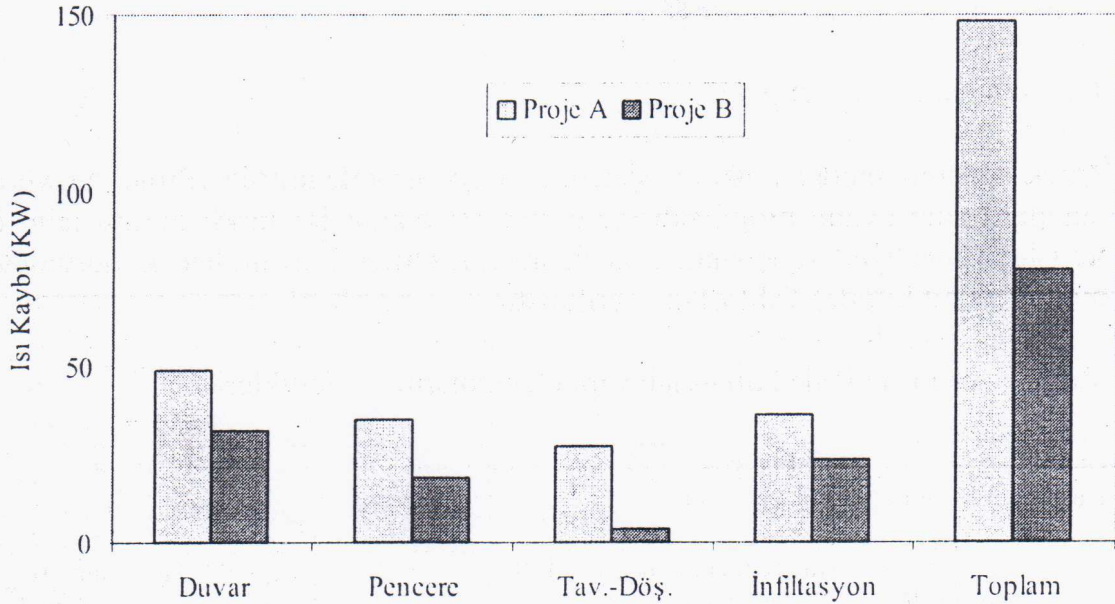
### 3. ENERJİ ve MALİYET ANALİZİ SONUÇLARI

Proje A ve Proje B’ de kullanılan yapı elemanlarına ait TS 825’te belirtilen yol takip edilerek hesaplanan ısı geçirgenlik katsayıları Tablo 2’de verilmiştir. Aynı tabloya TS 825’e göre tavsiye edilen II. bölgeye ait maksimum ısı geçirgenlik katsayıları da ilave edilmiştir.

Tablo 2. Proje A ve Proje B için yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayıları.

Yapı elemanları U değeri	Proje A (W/m <sup>2</sup> K)	Proje B (W/m <sup>2</sup> K)	TS 825-II. bölge (W/m <sup>2</sup> K)
U <sub>dışduvar</sub>	1.64	0.59	0.60
U <sub>içduvar</sub>	2.04	1.25	-
U <sub>tavan</sub>	3.55	0.40	0.40
U <sub>döşeme</sub>	2.58	0.60	0.60
U <sub>kapı</sub>	5.00	2.56	-
U <sub>pencere</sub>	5.00	3.49	-

Proje A ve Proje B için mevcut veriler kullanılarak [6] nolu referansa göre hesaplanan ısı kayıpları Şekil 2’de gösterilmiştir. Isı kaybı hesaplarında dış sıcaklık parametresi olarak II. bölgede bulunan Şanlıurfa ili dış sıcaklık değerleri alınmıştır.



Şekil 2. Proje A ve Proje B’nin ısı kayıpları açısından karşılaştırılması.

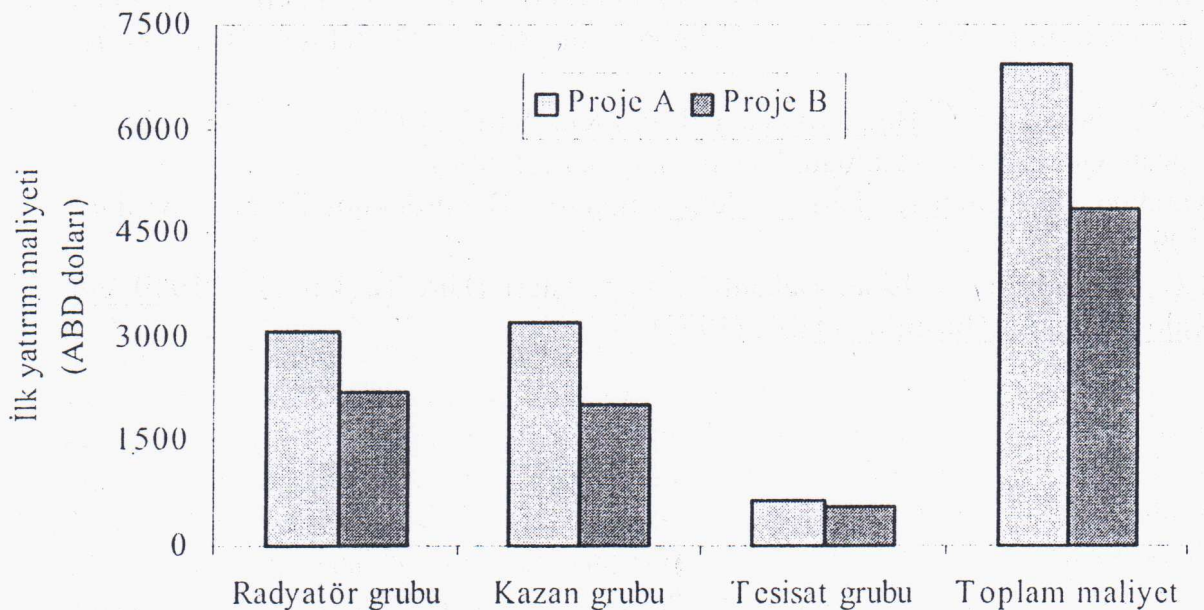
Isı kayıplarından elde edilen sonuçlara göre en fazla %84 oranında tavan-döşemeden tasarruf sağlanmıştır. Yine pencerelerden % 50, duvarlardan %36, infiltrasyonla %31 ve genel toplamda ise %47 oranında kazanç elde edilmiştir. Isı kaybı, Proje A’da toplam 147.80 KW iken Proje B’de 77.73 KW olarak hesaplanmıştır. Birim alanın ısıtılması için harcanan enerji Proje A’da 197.36 KWh/m<sup>2</sup>yıl iken Proje B’de 97.17 KWh/m<sup>2</sup>yıl’düşmüştür.

Isı kaybındaki azalmanın en önemli sonucu, daha küçük kapasiteli bir sistemin seçilmesidir. Bununla ilk yatırım ve işletme maliyetini azaltacağı açıktır. Tablo 4’de her iki durum için gerekli ilk yatırım maliyetleri verilmiştir. Maliyet hesabı için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri’nin hazırlamış olduğu 1999 yılı Kalorifer tesisatı birim fiyatları kullanılmıştır[7]. Para birimi olarak ABD doları alınmış olup 1.1.1999 tarihinde 1 ABD doları 340.000 TL’dir.

Tablo 4. Proje A ve Proje B’nin merkezi ısıtma sistemi ilk yatırım maliyeti.

Poz No	Birim	Yapılan işin Cinsi	Birim Fiyatı (\$)	Kesif Miktarı		Kesif Tutarı (\$)	
				Proje A	Proje B	Proje A	Proje B
165-505	m <sup>2</sup>	160/500 çelik radyatör	18.31	49.62	27.18	908.55	497.68
170-101	Adet	Radyatör musluğu	7.79	180	144	1402.20	1121.76
169-100	Adet	Radyatör duvar konsolu	0.74	90	72	66.60	53.28
169-200	Adet	Radyatör ayaklı konsolu	0.74	180	144	133.20	106.56
171-200	Adet	Radyatör rekoru	3.09	180	144	556.20	444.96
153-106	m <sup>2</sup>	Kazan	2941.18	1	1	2941.18	1808.82
216-309	m <sup>3</sup> /h	Sirkülasyon Pompası	235.29	1	1	235.29	235.29
164-200	Adet	Manometre φ100	10.00	1	1	10.00	10.00
201-301	m	½ Dikişsiz boru	1.03	85	110	87.55	113.30
201-305	m	¾ Dikişsiz boru	1.77	75	70	132.75	123.20
201-308	m	1" Dikişsiz boru	2.50	45	38	112.50	95.00
201-311	m	1 ¼ Dikişsiz boru	3.68	30	26	110.40	95.42
201-313	m	1 ½ Dikişsiz boru	4.42	14	10	61.88	44.10
201-316	m	2" Dikişsiz boru	6.47	5	5	32.35	32.35
201-318	m	2 ½ Dikişsiz boru	7.21	5	-	36.05	-
174-110	Adet	Genleşme deposu	88.24	1	1	88.24	58.82
Genel toplam						6914.94	4840.54

Merkezi ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyeti, Proje A’da 6914.94 \$ iken Proje B’de 4840.54 \$ olmakta ve Şekil 3’de de görüleceği gibi ilk yatırım maliyetinde 2074.40 \$ azalma diğer bir ifadeyle %30 oranında tasarruf sağlanmaktadır.



Şekil 3. Proje A ve Proje B ilk yatırım maliyeti karşılaştırması.

Merkezi ısıtma sisteminde yakıt olarak 7000 Kcal/kg'lik ithal kömür kullanıldığından, Proje A'da yıllık yakıt sarfiyatı 61714.3 kg'dır. Proje B'de ise yıllık yakıt sarfiyatı 41142.9 kg'dır. Buda yılda 20571.4 kg (%33 oranında) yakıt tasarruf edilmesi anlamına gelmektedir. İthal kömürün 1999 yılı fiyatı ortalama 175\$/ton olduğundan 3560\$ tasarruf edilir. Bu rakam tek başına ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetinin %73'ü karşılamaktadır. Ayrıca yakıt miktarındaki %33'lük azalma aynı oranda atık baca gazların azalmasına neden olarak hava kirliliğine olumlu yönde katkı sağlanacağı da göz ardı edilmemelidir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, II. bölgede seçilen örnek bina için TS 825 standardına uygun olarak gerçekleştirilen ısı yalıtımıyla yıllık yakıt sarfiyatından %33, ilk yatırım maliyetinden %30 tasarruf sağlanmıştır. Bunun dışında küçük bir sistem seçilmesi gerek mekân gerekse işletme kolaylığı elde edilmiştir. Çevreye minimum oranda atık gaz bırakılacağından özellikle kış aylarında görülen hava kirliliği azaltılmış olacaktır. Merkezi ısıtma sistemlerinde görülen ve bina sakinleri tarafından şikâyet konusu olan ısıl konforun elde edilememesi, Proje B uygulamasında binanın tamamında uniform bir şekilde sağlanmasıyla, insanların psikolojik, fizyolojik ve ekonomik yönden rahatlamalarına ve mutlu olmalarına katkıda bulunulmuştur.

Sonuç olarak, tüketilen enerjinin %60'nın ithal edildiği ülkemizde yasal olarak 1985'ten beri uygulanması gereken fakat bu güne değin ihmal edilen binaların ısı yalıtımı, enerji tasarrufu çalışmalarında göz ardı edilmeyecek bir seviyeye ulaşmıştır. Biran önce ısı yalıtımı konusunda tüketicide oluşan ön yargının giderilerek, yalıtımın lüks olmayıp bir zorunluluk olduğu gerçeği gösterilmelidir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Işıkel K., "Yeni TS 825 ve Enerjiyi Verimli Kullanan Binalar", İzolasyon Dünyası, sayı 18, sayfa 15-18, (1999).
- [2] T.C. Tabii ve Enerji Kaynaklar Bakanlığı, "Enerji Verileri", (1999).
- [3] Çimen, F., "21.Yüzyılın Enerji Teknolojileri, Enerji kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılmasında Teknolojinin Rolü", TÜBİTAK BTP 99/01, (1999).
- [4] TS 825/Nisan 1998 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları", (1998).
- [5] İzocam Genel Ürün Kataloğu, İzocam Yayınları, (1998).
- [6] Karakoç, H., "Kalorifer Tesisatı Hesaplamaları", Demirdöküm Teknik yayınları, (1997).
- [7] T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yapı İşleri Daire Başkanlığı, "1999 yılı Kalorifer tesisatı birim fiyatları", (1999).