

MEVCUT BİNALARDA YAPILAN EKOLOJİK İYİLEŞTİRMELERİN ENERJİ KAZANCI*

Esra BOSTANCIOĞLU
İstanbul Kültür Üniversitesi, Türkiye
ebostancioglu@iku.edu.tr

ABSTRACT

Today, with the rapid depletion of fossil energy sources and the increasing environmental problems caused by fossil fuels, supervision and management of energy consumption becomes more important. Looking at the breakdown of energy consumption by sectors, the buildings sector is seen as one of the priority areas for energy efficiency after industry and transportation. 80% of the total energy used from the production of a building till its demolition is consumed during utilization of the building. Therefore, priority is given to applications that reduce the amount of energy consumed during the utilization phase throughout the lifetimes of buildings. There are several ecological retrofitting done so as to reduce the amount of energy consumed during utilization in buildings that have not yet completed their lifetimes. In Turkey, energy consumption is increasing every year, mostly in the industry and building sector; a large portion of the energy used in residential buildings is consumed for heating and cooling purposes. Most effective energy saving in residential buildings can be achieved by using heat insulation, an easy-to-use energy efficiency technology. In the recent years, insulation jacketing on the external walls of existing buildings has become very common in Turkey, and the energy saving gained from this practice is the subject of this paper. In line with the purpose of the study, the energy gain from various insulation alternatives on the external walls and roof of a residential building selected for this study will be evaluated. In the external insulation system, the insulation wraps the building like a jacket, without creating a heat bridge. Although the cost of external insulation system is higher compared to other systems, it is the most suitable system for buildings built for long-time use, such as residential buildings, that is why it is preferred to insulate the outer surfaces of the walls in such buildings. It was considered that the insulation materials and insulation thicknesses would differ for each of the various insulation alternatives applied on the outer surfaces of walls. Annual energy costs of various alternative insulation applications were calculated and evaluated against the energy saving occurring in a non-insulated building. The study will help investors and users in assessing in economic terms the various options for insulation before engaging in any ecological retrofitting works on existing buildings, and in selecting the right insulation application. For the national economy, the study will provide the energy saving gained from various retrofitting applications.

Keywords: energy saving, energy costs, ecological retrofitting, coating

ÖZET

Günümüzde fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bunların yarattığı çevre sorunlarının artması nedeniyle, enerji tüketiminin denetimi ve yönetimi giderek önem kazanmaktadır. Enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında, bina sektörü, sanayi ve ulaşımdan sonra, enerji verimliliğinin sağlanabileceği öncelikli alanlardan biri olarak görülmektedir. Binanın üretiminden yıkımına dek geçen sürede kullanılan toplam enerjinin %80'i binanın kullanımı sırasında harcanmaktadır. Bu nedenle binaların yaşam dönemlerinde, kullanım aşamasında harcanan enerjiyi azaltma yönündeki uygulamalara öncelik verilmektedir. Yaşam süresini doldurmamış mevcut binalarda kullanım aşamasında harcanan enerjinin azaltılması için birtakım ekolojik yenilemeler yapılmaktadır. Ülkemizde başta sanayi ve konut sektörleri olmak üzere enerji tüketimi her geçen yıl artmakta; konutlarda kullanılan enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilmektedir. Konutlarda en etkin enerji tasarrufu; kolay

* Bu makale, 24-25 Kasım 2011'de Antalya'da yapılan Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu'nda sunulmuştur.

uygulanabilir bir enerji verimlilik teknolojisi olan ısı yalıtımının kullanımıyla sağlanabilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de çok fazla uygulamasına rastladığımız mevcut yapılarda yapılan duvarların dış yüzeyine yapılan yalıtım uygulamalarının (mantolama) getirdiği enerji kazancı bu yazının konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla çalışma kapsamında seçilen bir konut binasının duvarlarının dış yüzeylerine ve çatıya uygulanan farklı yalıtım uygulama alternatiflerinden elde edilen enerji kazancı değerlendirilecektir. Dışarıdan yalıtım sisteminde, yalıtım binayı bir manto gibi sarmakta, ısı köprüsü oluşturmamaktadır. Dışarıdan yalıtım sisteminin maliyeti diğer sistemlere göre daha yüksek olmasına rağmen, konut gibi uzun süreli kullanılan mekanlar için en uygun sistem olduğu için yapılacak yalıtımların duvarların dış yüzüne yapılması esas alınmıştır. Duvarların dış yüzeylerine yapılan farklı yalıtım uygulama alternatiflerinde, kullanılacak olan yalıtım malzemelerinin ve yalıtım kalınlıklarının farklılaşacağı düşünülmüştür. Farklı yalıtım uygulama alternatiflerinin yıllık enerji maliyetleri hesaplanmış ve yalıtımsız binada meydana gelen enerji tasarrufları değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma, yatırımcılara ve kullanıcılara mevcut binalarında yapacakları ekolojik iyileştirme işine girişmeden önce, yapacakları farklı yalıtım uygulamalarını ekonomik açıdan değerlendirme ve yalıtım uygulaması seçimi konusunda yardımcı olacaktır. Ülke ekonomisi açısından bakıldığında ise, yapılan farklı iyileştirme uygulamalarının getireceği enerji tasarrufları görülebilecektir.

Anahtar Kelimeler: enerji tasarrufu, enerji maliyetleri, ekolojik yenileme, mantolama

GİRİŞ

Günümüzde fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bunların yarattığı çevre sorunlarının artması nedeniyle, enerji tüketiminin denetimi ve yönetimi giderek önem kazanmaktadır. Kyoto protokolü kapsamında belirlenen hedefler doğrultusunda, 1990 yılı ile kıyaslandığında 2020 yılı itibarıyla; % 20 daha az enerji tüketimi, % 20 daha az karbon emisyonu ve üretilen enerjinin % 20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. (Çalış vd., 2009)

Enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında, bina sektörü, sanayi ve ulaşımdan sonra, enerji verimliliğinin sağlanabileceği öncelikli alanlardan biri olarak görülmektedir. Stratejik Araştırma Gündemi (Strategic Research Agenda- SRA) Vizyon 2003 raporunda Avrupa yapı sektörünün, müşteri- kullanıcı gereksinimlerine yanıt verirken aynı zamanda da bilgi tabanlı ve sürdürülebilir bir yapı üretimine gidilmesi gerektiğini belirtmiştir. % 70'i konutlar için olmak üzere toplam enerji tüketiminin % 40'ını oluşturan Avrupa yapı sektöründe, enerji, su ve malzeme kullanımı konusunda alınacak önlemlerin üzerinde durulmaktadır. (European Construction Technology Platform (ECTP), 2005)

Türkiye'de enerji verimliliği konusunda, 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" ve buna bağlı olarak 5 Aralık 2008 tarihli "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" yayınlanmıştır. 2 Mayıs 2007'de Resmi Gazete'de yayınlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği kanunu ile, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. Bu Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsamaktadır. (Resmi Gazete, 2007)

5 Aralık 2008'de 27075 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" mevcut ve yeni yapılacak binalarda;

- Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metodlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,

- Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
- Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
- Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,
- Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsamaktadır. (Resmi Gazete, 2008)

Binanın üretiminden yıkımına dek geçen sürede kullanılan toplam enerjinin büyük bir kısmı binanın kullanımı sırasında harcanmaktadır. Bu nedenle binaların yaşam dönemlerinde, kullanım aşamasında harcanan enerjiyi azaltma yönündeki uygulamalara öncelik verilmelidir. Türkiye’de enerji verimliliği ile ilgili son yıllarda yayınlanan kanun ve yönetmelikler de göz önüne alındığında, mevcut binalarda kullanım aşamasında harcanan enerjinin azaltılması için birtakım ekolojik yenilemeler yapılması zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde başta sanayi ve konut sektörleri olmak üzere enerji tüketimi her geçen yıl artmakta; konutlarda kullanılan enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilmektedir. Konutlarda en etkin enerji tasarrufu; kolay uygulanabilir bir enerji verimlilik teknolojisi olan ısı yalıtımının kullanımıyla sağlanabilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de çok fazla uygulamasına rastladığımız mevcut yapılarda yapılan duvarların dış yüzeyine yapılan yalıtım uygulamalarının ve çatı yalıtım uygulamalarının getirdiği enerji kazancı bu yazının konusunu oluşturmaktadır.

YÖNTEM VE KABULLER

Ekolojik Yenileme Yapılacak Örnek Konut Binasının Belirlenmesi

Yapılacak ekolojik iyileştirmeler kapsamında örnek bir konut binası seçilmiş ve bu konut binasında yapılacak farklı yalıtım uygulamalarının ekolojik yenileme ve enerji maliyetleri değerlendirilmiştir. Yapılacak çalışmaya esas olacak örnek konut binası; dikdörtgen plan biçimine sahip, katında 4 daire bulunan, 5 katlı, kat yüksekliği 2.70 m, bodrumsuz, pencere alanı/dış duvarı alanı oranı %20 olan bir binedir. Binaya ait özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yapılan çalışmaya esas alınmış konut binasına ait özellikler

	rectangular
bina biçimi	
kat adedi	5
kat yüksekliği (m)	2.70
toplam daire sayısı	20
toplam döşeme alanı (m²)	2,002.50
dış duvar alanı (m²)	1,125.90
kat döşeme alanı (m²)	400.50
dış duvar alanı / kat döşeme alanı	2.811
kabuk alanı (A) (m²)	1,926.90
hacim (V) (m³)	5,406.75
A/V	0.356
dış duvar alanı 1 (m²) (duvar gövde malzemesi)	573.38
dış duvar alanı 2 (m²) (betonarme)	334.20
pencere alanı (m²)	119.20
dış kapı alanı (kabukta)(m²)	99.12
cephe saydamlık oranı (%)	19.39

Ekolojik Yenileme Kapsamında Yapılacak Yalıtım Uygulamalarının Belirlenmesi

Konutlardaki en büyük ısı kayıpları, duvar, döşeme, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi yapı elemanlarından gerçekleşmektedir. Bu bölgelerden oluşan ısı kayıpları oranları yapının mimarisine, konumuna, ısı yalıtım durumuna ve kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. (Karagöz, 2004)

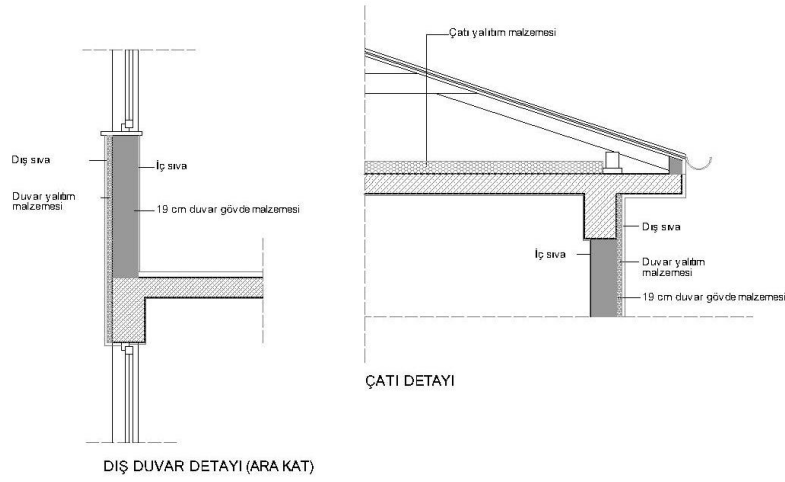
Gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde duvarlar; tek bir katmandan oluşabildiği gibi; bünyesinde yalıtım malzemesi barındıran, birden fazla katmandan oluşan bir yapı elemanı olarak da ele alınabilmektedir. Yalıtım malzemeleri; su, ısı yangına karşı korunum sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde sıklıkla kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin lifli malzemeler ve köpüklü malzemeler olduğu görülmektedir. Lifli malzemeler; taşıyıcı ve camyünü gibi mineral yünleri ve ahşap yünü, köpük malzemeler ise; genişletilmiş polistren köpük (EPS) ve haddeden çekilmiş polistren köpük (XPS) gibi polistren köpükler ve poliüretan köpükler olmalıdır. Dış duvarlarda kullanılacak yalıtım malzemelerini; nemle ilişkiye geçtiklerinde mekanın yapısını olumsuz yönde etkilemeyen ve yalıtım özelliğinde bir değişiklik olmayan malzemelerden seçmek gerekmektedir.

Günümüzde Türkiye’de dış duvarlardaki yalıtım, ısı yalıtım malzemelerinin konumuna göre 4 farklı sistemde uygulanmaktadır:

- Duvarların dış yüzeyine yapılan ısı yalıtım uygulamaları (Mantolama),
- Duvarların iç yüzeyine yapılan ısı yalıtım uygulamaları,
- Çift duvar arası ısı yalıtım uygulamaları (Sandviç duvar),
- Havalandırılmalı dış duvar yalıtım uygulamaları (giydirme cephe sistemi).

Avrupa ve Amerika’da yaygın bir şekilde kullanılan dıştan yalıtım sistemi; Türkiye’de son yıllarda daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Dışarıdan yalıtım sisteminde, yalıtım binayı bir manto gibi sarmakta, ısı köprüsü oluşturmamaktadır. Böylece sıcaklık değişiminden meydana gelecek gerilme ve çatlaklar önlenmekte, havalandırma sayesinde konstrüksiyonun sürekli kuru kalması sağlanmaktadır. Dışarıdan yalıtım sisteminin maliyeti diğer sistemlere göre daha yüksek olmasına rağmen, konut gibi uzun süreli kullanılan mekanlar için en uygun sistemdir. (Sezer, 2005)

Bu çalışmada, enerji etkin çevre oluşturulmasında mevcut yapılarda yapılacak ekolojik yenilemeler ele alınmıştır. Bu kapsamda yapılabilecek yalıtım uygulamaları, dış duvar ve çatıda yapılacak yalıtım uygulamalarıdır. Konut gibi uzun süreli kullanılan mekanlarda daha uygun bir sistem olduğu ve buhar difüzyonu sonucunda yoğuşma olasılığı daha az olduğu için; duvarlarda yalıtım malzemelerinin dıştan kullanıldığı (mantolama yapıldığı) kabul edilmiştir. Çatıda ise, ahşap oturtma çatı kabulü yapıldığından, çatı arasına camyünü serilebileceği düşünülmüştür. Yapılan çalışmada ülkemizdeki mevcut standart ve yönetmelikler esas alındığından; öncelikle Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları (Akçalı, 2011) ve TS 825’te (TS 825, 2008) yer alan duvar ve çatıda kullanılacak yalıtım malzemeleri belirlenmiştir. Yalıtım malzemesi olarak, çatı arasında 6 ve 10 cm camyünü, duvar yalıtım malzemesi olarak ise farklı kalınlıkta ekstrüde polistren köpük (XPS), ekspande polistren köpük (EPS) ve taşıyıcı kullanılabileceği düşünülmüştür. Duvarların, yatay delikli tuğla ve gazbetondan yapılmış olabileceği düşünülerek, her iki malzeme ile de yapılmış duvarlar değerlendirilmiştir. Duvar ve çatı yalıtım malzemesinin kullanımına ilişkin detaylar Şekil 1’de verilmiştir. Farklı yalıtım uygulaması alternatifleri Tablo 2’de görülmektedir.



Şekil 1. Duvar ve çatı yalıtım malzemesinin kullanımı

Tablo 2. Farklı yalıtım uygulamaları

	mevcut duvar		izolasyon uygulaması	
	duvar gövde malzemesi	duvar yalıtım malzemesi	duvar yalıtım malzemesi	çatı yalıtım malzemesi
t	19 cm tuğla	izolasyonsuz		
t4x6c	19 cm tuğla	4 cm XPS	6 cm camyünü	
t5x6c	19 cm tuğla	5 cm XPS	6 cm camyünü	
t5t6c	19 cm tuğla	5 cm taşıyünü	6 cm camyünü	
t5e6c	19 cm tuğla	5 cm EPS	6 cm camyünü	
t6x6c	19 cm tuğla	6 cm XPS	6 cm camyünü	
t4x10c	19 cm tuğla	4 cm XPS		
t5x10c	19 cm tuğla	5 cm XPS	10 cm camyünü	
t5t10c	19 cm tuğla	5 cm taşıyünü	10 cm camyünü	
t5e10c	19 cm tuğla	5 cm EPS	10 cm camyünü	
t6x10c	19 cm tuğla	6 cm XPS	10 cm camyünü	
g	19 cm gazbeton	izolasyonsuz		
g4x6c	19 cm gazbeton	4 cm XPS	6 cm camyünü	
g5x6c	19 cm gazbeton	5 cm XPS	6 cm camyünü	
g5t6c	19 cm gazbeton	5 cm taşıyünü	6 cm camyünü	
g5e6c	19 cm gazbeton	5 cm EPS	6 cm camyünü	
g6x6c	19 cm gazbeton	6 cm XPS	6 cm camyünü	
g3x10c	19 cm gazbeton	3 cm XPS		
g4x10c	19 cm gazbeton	4 cm XPS	10 cm camyünü	
g5x10c	19 cm gazbeton	5 cm XPS	10 cm camyünü	
g5t10c	19 cm gazbeton	5 cm taşıyünü	10 cm camyünü	
g5e10c	19 cm gazbeton	5 cm EPS	10 cm camyünü	
g6x10c	19 cm gazbeton	6 cm XPS	10 cm camyünü	

Ekolojik Yenileme Kapsamında Ekolojik Yenileme ve Enerji Maliyetlerinin Belirlenmesi

Ekolojik yenileme maliyetlerinin belirlenmesinde Türkiye’de kullanılan ve belirlenmiş bir ölçüm standardı olan 2011 yılı Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları kullanılmıştır. (Akçalı, 2011) Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat listesinde yer almayan farklı kalınlıktaki duvar

yalıtım malzemeleri için Birim Fiyat Analizi yapılmıştır. Hesaplanan maliyetler; dış duvarlara yapılan mantolama ve çatı arasına yapılan yalıtım maliyetlerini kapsamaktadır. Ancak mantolama işleminin yapılabilmesi için cepheye kurulacak iskele maliyetleri, dış cephe kaplaması maliyetleri ve yalıtım kalınlığından dolayı yenilenecek olan denizlik maliyetleri de ekolojik yenileme maliyetleri kapsamında ele alınmıştır.

Binaların kullanıcılarının istenilen iklimsel konforunu sağlaması önemlidir. Türkiye, TS 825’de il merkezleri için 4 iklim bölgesine ayrılmıştır. 1. bölge ısıtma için en az enerji ihtiyacının olduğu, 4. bölge ise en fazla enerji ihtiyacının olduğu bölgeyi temsil etmektedir. Farklı yalıtım uygulamaları için ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yıllık yakıt miktarları, İstanbul’un da içinde olduğu ılıman iklim bölgesi olan 2. bölge için hesaplanmıştır. Yalıtım uygulamaları TS 825 standardına uygundur ve yoğuşma meydana gelen uygulama bulunmamaktadır. Yıllık yakıt miktarlarının belirlenmesinde “TS 825 Isı Yalıtım Hesabı” bilgisayar programı kullanılmıştır. IZODER tarafından hazırlanan bu hesap programı; "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardını ve Türkiye'nin son 20 yıllık meteorolojik verilerini esas almaktadır. Bu program kullanılarak, TS 825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları” standardında tanımlanan özgül ısı kaybı ve yoğuşma tahkikine yönelik hesaplamalar yapılabilmekte ve hesaplanan değerlerle standartta tanımlanan sınır değerler karşılaştırılarak, tasarlanan binanın enerji verimliliği ile ilgili ulusal mevzuatlara uygunluğu değerlendirilmektedir. Programın temel olarak işleyişi TS 825 standardına paraleldir. Programda öncelikle standarda tabi yapı ile ilgili bilgi girişleri yapılmakta, yapının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma hesapları yapılarak standartta belirtilen kriterlerin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Tanımlanan hesap metodunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunur. Böylece binanın ısı performansının gerçeğe daha yakın bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. (www.izoder.org.tr)

Binaların yönlendirilmesinin farklılaştırılması ile oluşacak güneş enerjisi kazancı, yıllık enerji tüketiminin yönler göre farklılaşmasına neden olacaktır. Bu sebeple, örnek olarak seçilen konut binasının sekiz farklı yönlenmede yerleşmesi durumunda oluşacak yıllık yakıt miktarları hesaplanmıştır. Binanın sekiz farklı yönlenmede, yönler göre pencere alanı ve oranı değişimleri Çizelge 3’te verilmiştir. Yıllık yakıt miktarlarının belirlenmesinden sonra; binalarda yakıt olarak doğalgaz tüketildiği kabul edilerek, yıllık ısıtma enerjisi maliyetleri belirlenmiştir. Isıtma enerjisi maliyetlerinin belirlenmesinde 2011 yılı Ocak ayı İstanbul doğalgaz fiyatları esas alınmıştır. TL bazında hesaplanan maliyetler dolara çevrilmiştir. Türk Lirasının dolara dönüştürülmesinde T.C. Merkez Bankasının 03.01.2011 tarihli döviz kurları esas alınmıştır. (<http://evds.tcmb.gov.tr>)

Tablo 3. Örnek binanın farklı konumlarda pencere alan ve oranları

		yönlenme 1	yönlenme 2	yönlenme 3	yönlenme 4	yönlenme 5	yönlenme 6	yönlenme 7	yönlenme 8
pencere alanı (m ²)	kuzey	53.30	53.30	6.10	6.50				
	güney	53.30	53.30	6.50	6.10				
	batı	6.50	6.10	53.30	53.30				
	doğu	6.10	6.50	53.30	53.30				
	kuzeydoğu					53.30	53.30	6.50	6.10
	kuzeybatı					6.50	6.10	53.30	53.30
	güneydoğu					6.10	6.50	53.30	53.30
	güneybatı					53.30	53.30	6.10	6.50
pencere oranı (%)	kuzey	44.71	44.71	5.12	5.45				
	güney	44.71	44.71	5.45	5.12				
	batı	5.45	5.12	44.71	44.71				
	doğu	5.12	5.45	44.71	44.71				
	kuzeydoğu					44.71	44.71	5.45	5.12
	kuzeybatı					5.45	5.12	44.71	44.71
	güneydoğu					5.12	5.45	44.71	44.71
	güneybatı					44.71	44.71	5.12	5.45

DEĞERLENDİRME

Örnek olarak seçilen binanın iki farklı duvar gövde malzemesi ve 11 farklı yalıtım uygulaması ile sekiz farklı yönlenme için hesaplanmış yıllık ısıtma maliyetleri Çizelge 4'te, ekolojik yenileme maliyetleri ise Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Farklı yalıtım uygulamalarının farklı yönlenmelerde yıllık ısıtma enerjisi maliyetleri

yalıtım uygulaması	1.yönlenme	2.yönlenme	3.yönlenme	4.yönlenme	5.yönlenme	6.yönlenme	7.yönlenme	8.yönlenme	minimum	minimum	maximum	maximum
	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (S)
t4x6c	5,200.30	5,200.30	5,220.83	5,223.16	5,199.38	5,197.05	5,199.38	5,197.05	5,197.05	100.00	5,223.16	100.50
t5x6c	4,999.93	4,999.93	5,016.02	5,018.33	4,999.00	4,996.69	4,999.00	4,996.69	4,996.69	100.00	5,018.33	100.43
t5t6c	5,129.70	5,129.70	5,162.52	5,164.84	5,133.92	5,131.59	5,133.92	5,131.59	5,129.70	100.00	5,164.84	100.69
t5e6c	5,129.70	5,129.70	5,162.52	5,164.84	5,133.92	5,131.59	5,133.92	5,131.59	5,129.70	100.00	5,164.84	100.69
t6x6c	4,856.76	4,856.76	4,878.68	4,880.97	4,849.78	4,847.47	4,849.78	4,847.47	4,847.47	100.00	4,880.97	100.69
t4x10c	5,013.19	5,013.19	5,034.80	5,037.11	5,017.78	5,015.46	5,017.78	5,015.46	5,013.19	100.00	5,037.11	100.48
t5x10c	4,818.51	4,818.51	4,840.42	4,842.72	4,816.65	4,814.36	4,816.65	4,814.36	4,814.36	100.00	4,842.72	100.59
t5t10c	4,948.10	4,948.10	4,970.16	4,972.48	4,947.18	4,944.86	4,947.18	4,944.86	4,944.86	100.00	4,972.48	100.56
t5e10c	4,948.10	4,948.10	4,970.16	4,972.48	4,947.18	4,944.86	4,947.18	4,944.86	4,944.86	100.00	4,972.48	100.56
t6x10c	4,674.58	4,674.58	4,697.52	4,694.94	4,678.76	4,676.48	4,678.76	4,676.48	4,674.58	100.00	4,697.52	100.49
g4x6c	5,013.14	5,013.14	5,029.23	5,031.55	5,012.22	5,009.90	5,012.22	5,009.90	5,009.90	100.00	5,031.55	100.43
g5x6c	4,858.85	4,858.85	4,880.76	4,883.06	4,851.86	4,849.56	4,851.86	4,849.56	4,849.56	100.00	4,883.06	100.69
g5t6c	4,956.45	4,956.45	4,978.51	4,980.82	4,955.53	4,953.21	4,955.53	4,953.21	4,953.21	100.00	4,980.82	100.56
g5e6c	4,956.45	4,956.45	4,978.51	4,980.82	4,955.53	4,953.21	4,955.53	4,953.21	4,953.21	100.00	4,980.82	100.56
g6x6c	4,736.22	4,736.22	4,753.53	4,755.83	4,740.77	4,738.49	4,740.77	4,738.49	4,736.22	100.00	4,755.83	100.41
g3x10c	5,048.32	5,048.32	5,069.92	5,072.25	5,041.37	5,039.05	5,041.37	5,039.05	5,039.05	100.00	5,072.25	100.66
g4x10c	4,831.72	4,831.72	4,853.63	4,855.93	4,829.87	4,827.57	4,829.87	4,827.57	4,827.57	100.00	4,855.93	100.59
g5x10c	4,676.67	4,676.67	4,699.61	4,691.54	4,680.85	4,678.57	4,680.85	4,678.57	4,676.67	100.00	4,699.61	100.49
g5t10c	4,785.95	4,785.95	4,803.27	4,805.57	4,779.19	4,776.90	4,779.19	4,776.90	4,776.90	100.00	4,805.57	100.60
g5e10c	4,785.95	4,785.95	4,803.27	4,805.57	4,779.19	4,776.90	4,779.19	4,776.90	4,776.90	100.00	4,805.57	100.60
g6x10c	4,559.45	4,559.45	4,577.02	4,579.30	4,564.02	4,561.74	4,564.02	4,561.74	4,559.45	100.00	4,579.30	100.44
	ortalama								100.00	100.56		

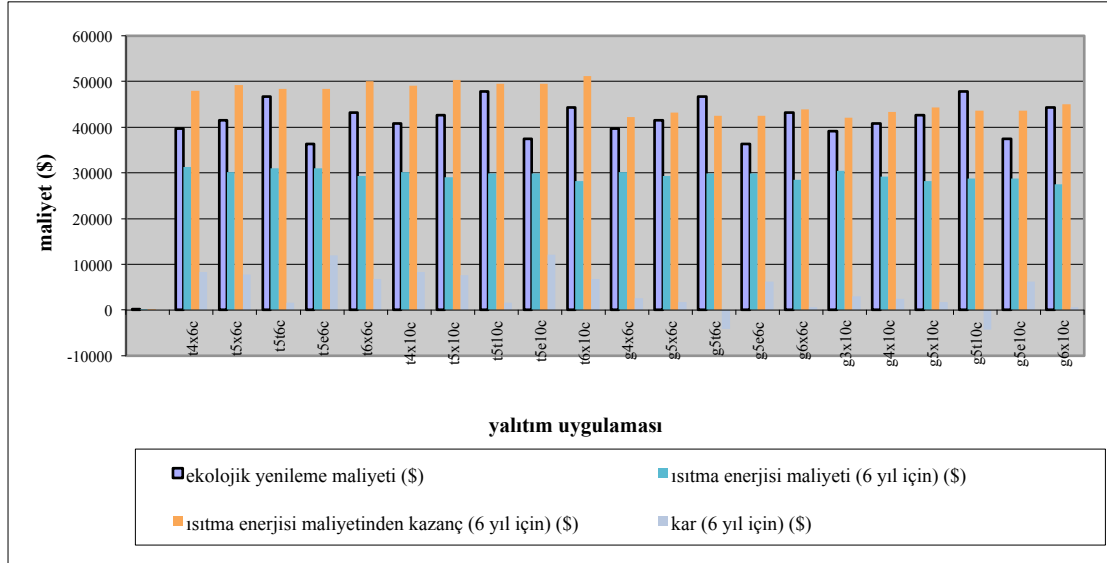
* t4x6c yalıtım uygulaması yönlenme 3 ve 4'te TS 825 standardına uygun değildir.

Tablo 4 değerlendirildiğinde, en düşük ısıtma enerjisi maliyetlerinin 6. ve 8. yönlenme alternatiflerinde, en yüksek ısıtma enerjisi maliyetlerinin de 4. yönlenme alternatifinde olduğu görülmektedir. Duvar gövde malzemesinin tuğla veya gazbeton olması durumu değiştirmemektedir. Yönlendirme farklılığından kaynaklanan güneş enerjisi kazancından dolayı, yıllık ısıtma enerjisi maliyetlerinde %0.41 ile %0.69 arasında, ortalama %0.56 artış meydana gelmektedir. En düşük ısıtma enerjisi maliyetleri pencere alanlarının güney, güneydoğu ve güneybatıda daha büyük olduğu durumlarda sağlanırken, en yüksek ısıtma enerjisi maliyetleri daha büyük pencere alanlarının kuzey, batı ve doğuya yönlendirildiği durumlarda oluşmaktadır. Eğer dikdörtgen binada doğu ve batı cephelerinde daha fazla yüzey ve pencere alanı bulunsaydı, en fazla ısı kaybı farklı cephelerde oluşabilirdi.

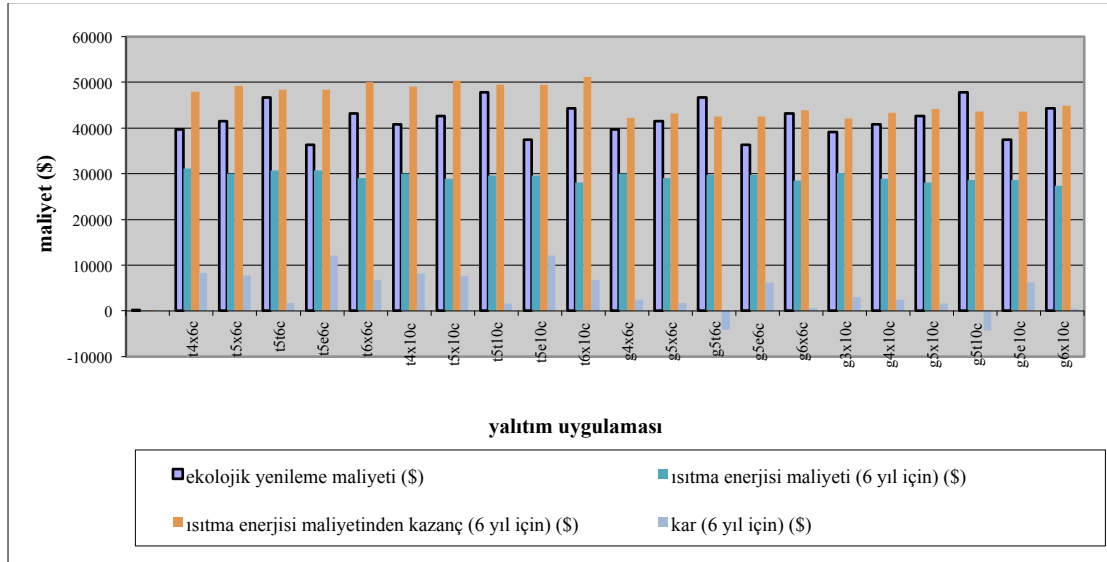
Çizelge 5. Yalıtım uygulamalarının 4. ve 6. yönlenme için ekolojik yenileme maliyetleri, 6 yıl için ısıtma enerjisi maliyetleri, enerji maliyetlerinden elde edilen tasarruf ve kar (maksimum ve minimum ısıtma enerjisi maliyetleri için)

yalıtım uygulaması	ekolojik yenileme maliyeti (\$)	yönlenme 4					yönlenme 6				
		yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (2)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (3)	ısıtma enerjisi maliyeti (6 yıl için) (\$) (4)	ısıtma enerjisinden kazanç (6 yıl için) (\$) (5)	kar (6 yıl için) (\$) (5)-(1)=(6)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (\$) (8)	yıllık ısıtma enerjisi maliyeti (9)	ısıtma enerjisi maliyeti (6 yıl için) (\$) (10)	ısıtma enerjisinden kazanç (6 yıl için) (\$) (11)	kar (6 yıl için) (\$) (11)-(1)=(12)
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12
t		13,225.67	100.00	79,354.03			13,197.93	100.00	79,187.56		
t4x6c	39,709.44	5,223.16	39.49	31,338.94	48,015.09	8,305.65	5,197.05	39.38	31,182.31	48,005.25	8,295.81
t5x6c	41,476.22	5,018.33	37.94	30,109.99	49,244.04	7,767.82	4,996.69	37.86	29,980.11	49,207.45	7,731.23
t5t6c	46,712.26	5,164.84	39.05	30,989.06	48,364.97	1,652.71	5,131.59	38.88	30,789.55	48,398.01	1,685.75
t5e6c	36,327.45	5,164.84	39.05	30,989.06	48,364.97	12,037.52	5,131.59	38.88	30,789.55	48,398.01	12,070.56
t6x6c	43,248.81	4,880.97	36.91	29,285.85	50,068.18	6,819.37	4,847.47	36.73	29,084.85	50,102.71	6,853.90
t4x10c	40,843.01	5,037.11	38.09	30,222.69	49,131.34	8,288.33	5,015.46	38.00	30,092.78	49,094.78	8,251.77
t5x10c	42,609.79	4,842.72	36.62	29,056.31	50,297.72	7,687.93	4,814.36	36.48	28,886.14	50,301.42	7,691.63
t5t10c	47,845.82	4,972.48	37.60	29,834.88	49,519.15	1,673.33	4,944.86	37.47	29,669.18	49,518.38	1,672.56
t5e10c	37,461.02	4,972.48	37.60	29,834.88	49,519.15	12,058.13	4,944.86	37.47	29,669.18	49,518.38	12,057.36
t6x10c	44,382.38	4,694.94	35.50	28,169.66	51,184.37	6,801.99	4,676.48	35.43	28,058.87	51,128.69	6,746.31
g		12,075.50	100.00	72,453.02			12,046.97	100.00	72,281.84		
g4x6c	39,709.44	5,031.55	41.67	30,189.32	42,263.70	2,554.26	5,009.90	41.59	30,059.41	42,222.43	2,512.99
g5x6c	41,476.22	4,883.06	40.44	29,298.37	43,154.64	1,678.42	4,849.56	40.26	29,097.37	43,184.47	1,708.25
g5t6c	46,712.26	4,980.82	41.25	29,884.95	42,568.07	-4,144.19	4,953.21	41.12	29,719.26	42,562.58	-4,149.68
g5e6c	36,327.45	4,980.82	41.25	29,884.95	42,568.07	6,240.62	4,953.21	41.12	29,719.26	42,562.58	6,235.13
g6x6c	43,248.81	4,755.83	39.38	28,534.98	43,918.04	669.23	4,738.49	39.33	28,430.93	43,850.91	602.10
g3x10c	39,076.24	5,072.25	42.00	30,433.47	42,019.55	2,943.31	5,039.05	41.83	30,234.29	42,047.55	2,971.31
g4x10c	40,843.01	4,855.93	40.21	29,135.60	43,317.41	2,474.40	4,827.57	40.07	28,965.44	43,316.40	2,473.39
g5x10c	42,609.79	4,691.54	38.85	28,149.26	44,303.76	1,693.97	4,678.57	38.84	28,071.39	44,210.44	1,600.65
g5t10c	47,845.82	4,805.57	39.80	28,833.41	43,619.60	-4,226.22	4,776.90	39.65	28,661.40	43,620.44	-4,225.38
g5e10c	37,461.02	4,805.57	39.80	28,833.41	43,619.60	6,158.58	4,776.90	39.65	28,661.40	43,620.44	6,159.42
g6x10c	44,382.38	4,579.30	37.92	27,475.81	44,977.21	594.83	4,561.74	37.87	27,370.45	44,911.39	529.01

Tablo 5'teki ekolojik yenileme maliyetleri karşılaştırıldığında, en düşük ekolojik yenileme maliyetine sahip yalıtım uygulaması, duvarlarda 5 cm EPS, çatı arasında 6 cm cam yünü kullanılan uygulamadır. En yüksek ekolojik yenileme maliyetine sahip uygulama ise, duvarlarda 5 cm taşıyıcı, çatı arasında 6 cm cam yünü kullanılan uygulamadır. Ancak, burada ekolojik yenileme için yapılan yatırımın en kısa sürede geriye kazanılması önemlidir. Bunun için Tablo 5 ve Şekil 2 ve 3'te yalıtım uygulamalarının 6 yıllık süreçteki ısıtma enerjisi maliyetleri ve enerji maliyetlerinden elde edilen tasarruf ile ekolojik yenileme maliyetleri karşılaştırılmıştır. Yalıtım yapılmamış bir binada yapılan TS 825 standardına uygun bir yalıtım uygulamasının, enerji maliyetlerinde yaklaşık %60 oranında tasarruf getirdiği belirlenmiştir. Yapılan ekolojik yenilemelerin 5- 6 yıllık bir süreç içerisinde yapılan yatırımı geriye kazandırdığı görülmüştür. Yapılan yatırımı en kısa sürede geriye kazandıran yalıtım uygulaması, duvarlarda 5 cm EPS, çatı arasında 6 cm ve 10 cm cam yünü kullanılan uygulamadır. Bu binalar daha kısa sürede kara geçmeye başlamaktadır. Yapılan yatırımı en uzun sürede geriye kazandıran yalıtım uygulaması ise, duvarlarda 5 cm taşıyıcı, çatı arasında 6 cm ve 10 cm cam yünü kullanılan uygulamadır. Gazbeton ve tuğla duvar gövde malzemesi kullanılan uygulamalarda durum değişmemektedir.



Şekil 2. Yalıtım uygulamalarının 4. yönlenme için ekolojik yenileme maliyetleri, 6 yıl için ısıtma enerjisi maliyetleri, enerji maliyetlerinden elde edilen tasarruf ve kar (maksimum ısıtma enerjisi maliyetleri için)



Şekil 3. Yalıtım uygulamalarının 6. ve 8. yönlenme için ekolojik yenileme maliyetleri, 6 yıl için ısıtma enerjisi maliyetleri, enerji maliyetlerinden elde edilen tasarruf ve kar (minimum ısıtma enerjisi maliyetleri için)

SONUÇ

Yapılan alan çalışmasında da görüldüğü gibi, mevcut binalarda TS 825 standardına uygun olarak yapılan yalıtım uygulaması ile, yapıların ısıtma enerjisi maliyetlerinde yaklaşık %60 dolayında bir tasarruf sağlanmaktadır. Yapıların yaşam süreleri düşünüldüğünde, yalıtımsız bir yapıda her yıl çok büyük miktarda enerji boşa harcanmaktadır. Yalıtımsız binada yapılan ekolojik yenileme ile ısıtma enerjisinden elde edilen tasarruf düşünüldüğünde, ekolojik yenileme için yapılan harcamaların 5 yıl gibi bir süre içinde geri ödemesinin sağlandığı ve yapılan yatırımın kullanıcıyı kara geçirmeye başladığı görülmüştür. Yapıların yaşam süreleri uzundur, bu nedenle kullanım aşamasında harcanan enerjiyi azaltma yönündeki uygulamalara öncelik verilmelidir. Türkiye’de enerji verimliliği ile ilgili son yıllarda yayınlanan kanun ve yönetmelikler de göz önüne alındığında, mevcut binalarda kullanım aşamasında harcanan enerjinin azaltılması için birtakım ekolojik yenilemeler yapılması zorunlu hale gelmiştir. Mevcut binalarda yapılan ekolojik yenilemeler ile büyük oranda enerji tasarrufu sağlanmakta

ve yapılan yatırım kısa süre içerisinde geri ödemesini sağlamaktadır. Yapılan ekolojik yenilemeler gerek kullanıcıların, gerekse ülkenin ekonomik koşulları açısından büyük fayda sağlamaktadır. Tüketilen yakıtın az olması binanın kullanım maliyetini azaltırken aynı zamanda yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar dolayısıyla da çevre kirliliği azalmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akçalı, Ü., 2011. 2011 Yılı İnşaat Birim Analizleri I-II. Şafak Matbaacılık San.Tic.Ltd.Şti., Ankara.
- Çalış, A.Ç., Tereci, A., Eicker, U., 2009. Bir Ekolojik Yerleşim Örneği: Scharnhauser Park. Yapı, 333, 48-52.
- European Construction Technology Platform (ECTP), 2005. Strategic Research Agenda for European Construction Sector, Achieving a sustainable and competitive Construction sector by 2030.
- Karagöz, N., 2004. Konutlarda Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamalarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Sezer, F.Ş., 2005. Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10(2), 79-85.
- Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği (İZODER) web sitesi, <http://www.izoder.org.tr>, 2011.
- T.C. Resmi Gazete, 2008. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Sayı: 27075, Ankara.
- T.C. Resmi Gazete, 2007. Kanun No.5627 Enerji Verimliliği Kanunu, Sayı: 26510, Ankara.
- T.C. Merkez Bankası, web sayfası, <http://evds.tcmb.gov.tr>, 2011
- Türk Standardı (TS 825), 2008. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.