

TS 825'E UYGUN OLARAK YALITILAN BİR BİNANIN TEKNİK VE EKONOMİK OLARAK İNCELENMESİ

İbrahim ATMACA
Sezgi KOÇAK

ÖZET

Bu çalışmada, 1. derece gün bölgesinde bulunan bir binanın farklı şekillerde yalıtılması sonucu elde edilen bulgular incelenmiştir. Binanın yıllık enerji ihtiyacı (Q) sınırlandırılan enerji ihtiyacına (Q) oranlanarak 3 farklı tür yalıtım uygulanmış, yapılan bu uygulamaların sonuçları değerlendirilmiştir. $0.95 \leq Q/Q < 0.99$, $0.85 \leq Q/Q < 0.95$ ve $Q/Q < 0.85$ durumlarını sağlayacak yalıtım, ele alınan binaya uygulanmış, bu 3 farklı yalıtım için, yapı elemanlarının toplam ısı transfer katsayıları, TS825' de tavsiye edilen değerler ile standardın içerdiği özel durum ve hükümlerin prensibinde değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra bu 3 yalıtım tipine bağlı olarak aylık iletim – taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile yine aylık ısı kazançlarının değişimi ele alınmış ve yalıtım tipine bağlı olarak aylık ısıtma enerjisi ihtiyacının değişimi de grafik halde incelenmiştir. Uygulanan yalıtım tipine bağlı olarak binanın yıllık yakıt tüketimi, yakıt ve yalıtım maliyetleri ile yalıtımın geri ödeme süreleri de çalışmada ele alınan konular arasındadır.

Anahtar Kelimeler: TS 825, Yalıtım, Isı kayıp ve kazançları, Maliyet hesapları.

ABSTRACT

In this study, a building which is placed in first degree day area is insulated on different levels and results are discussed. 3 types of insulation are applied according to the energy requirement per year (Q) to restricted energy requirement (Q) ratio. The insulation types which provide $0.95 \leq Q/Q < 0.99$, $0.85 \leq Q/Q < 0.95$ and $Q/Q < 0.85$ conditions are applied to the building and the total heat transfer coefficients of building components are researched according to recommended values on TS 825 standard and its special conditions and items. In addition to these, monthly heat losses by convection and conduction also monthly heat gains are researched and monthly heating requirement according to the insulation type reviewed graphically. Building's oil consumption per year, oil and insulation costs and depreciation time of the insulation are studied depending on the insulation type.

Key Words: TS 825, Insulation, Heat gain and losses, Cost calculations.

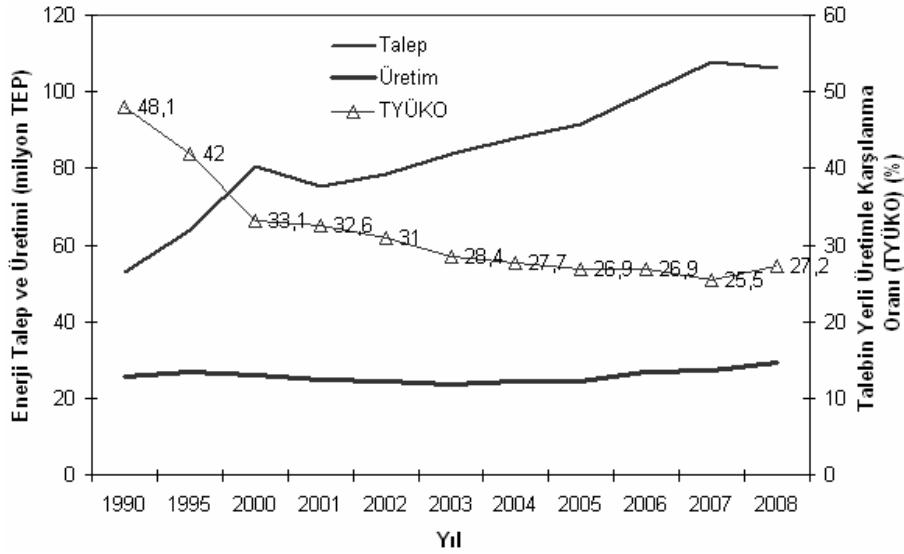
1. GİRİŞ

Ülkelerin sosyal ve ekonomik olarak gelişmesinde, dolayısıyla da toplumsal refahın artırılmasında göz ardı edilemeyecek bir etken olan enerji, geçmişten günümüze dünya gündeminde yoğun şekilde tartışılan bir konu olmaya devam etmektedir. Enerjiyi sürekli, ucuz, güvenilir, temiz ve çeşitlendirilmiş kaynaklardan elde etmek ve de özellikle verimli kullanabilmek son derece önemlidir.

Enerji verimliliği, harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesi olarak tanımlanabilir. Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim

kalitesi ve miktarının düşüşüne sebep olmaksızın enerji tüketiminin azaltılması olarak da ifade edilebilecek olan enerji verimliliği, enerji talebinin 2008 yılı itibariyle yaklaşık %73' ünü ithalattla karşılayan ülkemizde sanayileşme ve kalkınmada oldukça önemli bir hal almıştır. Yapılan çalışmalar sadece enerjiyi verimli kullanarak yıllık nihai enerji tüketiminin %30' u kadar tasarruf sağlanabileceğini göstermektedir [1,2,3].

Ülkemizde enerji kullanımını istatistiksel verilerle incelemek enerjiyi verimli kullanmanın ne kadar önemli olacağını bir kez daha gösterecektir. Yıllara göre ülkemizde enerji talebi, üretimi ve bu talebinin yerli üretimle karşılama oranları Şekil 1' de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, 1990' dan itibaren enerji talebi hızla yükselirken, yerli üretim miktarı 25 – 30 milyon TEP aralığında süregelmektedir. Talebin yerli üretimle karşılama oranı ise 2003 yılından beri %30 değerinin altında seyretmektedir.



Şekil 1. Türkiye' de Enerji Talebi, Üretimi ve Bu Talebin Yerli Üretimle Karşılama Oranının Yıllara Göre Değişimi [3].

Türkiye' nin enerji hammadde ile toplam ithalat miktarları ve enerji ithalatının toplam ithalattaki payının yıllara göre değişimi Şekil 2' de grafik ile verilmiştir. Türkiye 2008' de tüm ithalat tutarının %23,9' unu yani yaklaşık 48,25 milyar \$'ı enerji hammadde ithalatı için ödemiştir. Ülkemizin ithalatı 2008' den 2009' a yaklaşık %30,3 azalmasına rağmen, toplam ithalatın %21,2'sini enerji hammadde ithalatı oluşturmuştur [3].

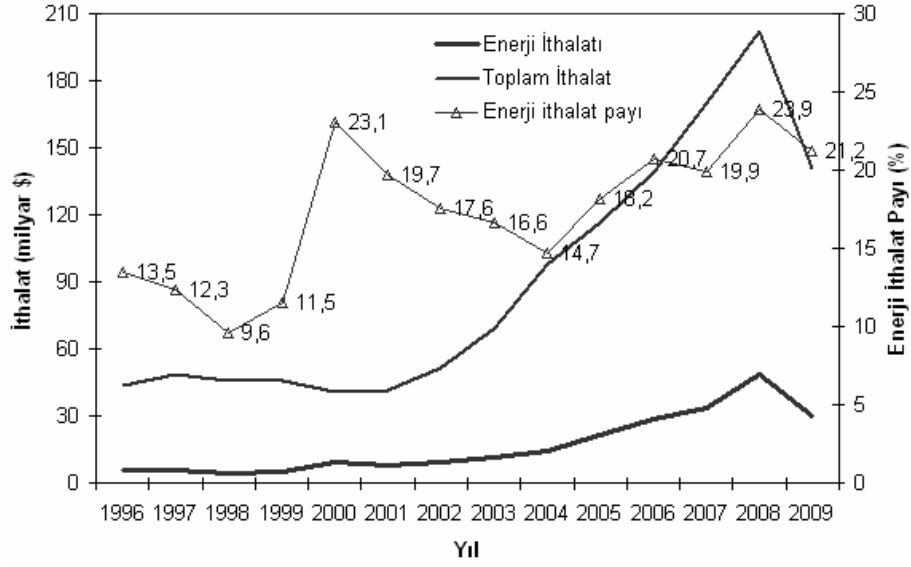
Türkiye' de 2006 yılında tüketilen kaynaklar ve yerli üretilme oranları Tablo 1' de verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi, enerji tüketiminde doğal gaz ve petrol %62 gibi büyük bir pay almaktadır. Ancak bu kaynakları yerli üretimle karşılama oranımız yaklaşık %10 civarındadır. Yani 2006 yılında tüketilen yaklaşık 31,3 milyar m³ doğal gazın %3' ünü yani sadece 0,91 milyar m³ ünü yerli olarak karşılayabilmekteyiz. Aynı şekilde tüketilen petrolünde yalnızca %7' sini yani 2,2 milyon ton kadarını yerli üretimle karşılamış bulunmaktayız [4].

Enerji eldesinde 1990 yılından itibaren git gide artan dışa bağımlılık açıkça görülmektedir. Bu durumda gerekli önlemleri alırken enerjiyi hangi sektörlerde ve hangi miktarlarda kullandığımız da önem arz etmektedir. Nihai sektörlere göre enerji tüketiminin yıllara bağlı olarak gelişimi Şekil 3' de verilmiştir. 1995 yılına kadar binalarda enerji tüketimi sanayiden daha fazla olurken, sanayileşme neticesinde daha sonraki yıllarda sanayi sektörünün tüketim payı bina sektörünü geçmiştir. 2006 yılında yaklaşık 77,6 milyon TEP enerji nihai tüketim sektörlerinde tüketilmiş olup, bu miktarın nihai sektörlere göre dağılımı;

- %40 Sanayi Sektörü,
- %31 Bina Sektörü,

- %19 Ulaşım Sektörü,
- %5 Tarım Sektörü,
- %5 Enerji Dışı

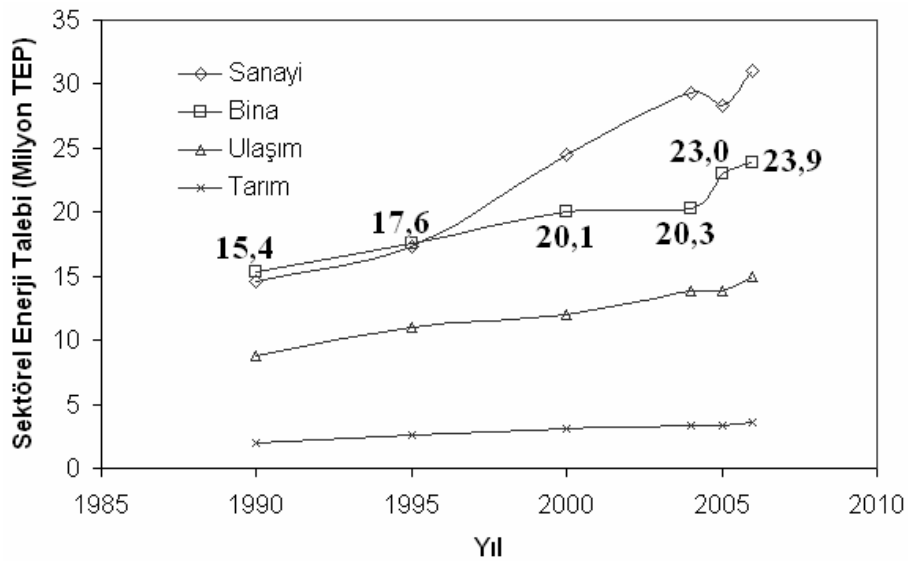
şeklinde gerçekleşmiştir [1].



Şekil 2. Türkiye' nin Enerji Hammaddesi İthalatının, Toplam İthalatının ve Enerji İthalat Payının Yıllara Göre Değişimi [3].

Tablo1. Türkiye' de 2006 Yılında Tüketilen Kaynaklar ve Yerli Üretim Oranları [4].

Kaynak	Tüketimdeki payı (%)	Yerli karşılama oranı (%)	Tüketilen Miktar	Yerli Üretim Miktarı
Doğal Gaz	29	2,9	31,3 milyar m ³	0,91 milyar m ³
Petrol	33	7	31,4 milyon ton	2,2 milyon ton
Kömür	29	46,7	-	-



Şekil 3. Enerji Tüketiminin Nihai Sektörlere Göre Gelişimi [1].

Binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %75' i ısı enerjisi formunda tüketildiği için en etkin ve kolay uygulanabilir önlem ısı yalıtımı olarak öne çıkmaktadır. Binalarda ısınma amaçlı tüketilen enerjiden tasarruf amacıyla TS825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları” standardı 14 Haziran 2000 tarihinden bu yana uyulması zorunlu standart olarak yürürlüktedir. Ayrıca Bayındırlık ve İskan Bakanlığının “Isı Yalıtım Yönetmeliği” 2000 yılında yürürlüğe girmiştir. Bahsedilen yıllarda standart ve yönetmelik ile binalardaki enerji tüketiminin azaltılması yönünde önemli adımlar atılsa da mevzuatın çıkarılması enerji tasarrufu sağlandığı anlamına gelmemektedir. Sektörde faaliyet gösteren çevrelerce yürürlüğe giren standart ve yönetmeliğin gerçek anlamda uygulamasının %20' nin üzerine çıkmadığı belirtilmektedir. Binalarda gerçek anlamda enerji verimliliği için bahsedilen mevzuatların uygulanması son derece önemlidir [1] Ülkemizde yalıtımda uygulanan TS 825 standardı, EN 832 ve ISO 9164 gibi uluslar arası standartlara oldukça benzerdir ve uygulanması durumunda önemli neticeler alınacağı açıktır [5].

Bilindiği üzere 5 Aralık 2009 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ile ısı yalıtımı ayrı bir önem kazanmıştır. Yönetmeliğin üçüncü bölümünde yer alan bina enerji performansı açısından mimari proje tasarımı ve mimari uygulamaları ile dördüncü bölümünde yer alan ısı yalıtım esasları sıklıkla “TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardına atıfta bulunulmaktadır. Bunun yanı sıra yönetmelik gereğince her binanın bir enerji kimlik belgesi hazırlanacak ve bina enerji performansı A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılacaktır. Bu değerlendirme yapılırken, ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, havalandırma ve aydınlatma enerji tüketimleri dikkate alınacaktır. Binanın ısıtma ve soğutma enerji tüketimlerini sınırlandırmanın yolu ise binayı yalıtımdan geçmektedir. Binalarda yapılacak yalıtımın 3 ana getirisi şu şekilde sıralanabilir [6]:

- Enerji tasarrufu ve dolayısıyla parasal getiri,
- Kullanılan yakıt miktarının düşmesine bağlı parasal getiri,
- Tesisat (kazan kapasiteleri, radyatör miktarları, pompa ve brülör kapasiteleri, boru çapları azalmasına bağlı olarak) ilk yatırım giderlerinden olan parasal getiri
- Daha az çevre kirliliği,
- Konforlu bir ısıtma veya soğutma

Bu çalışmada, 1. derece gün bölgesinde bulunan bir binanın farklı şekillerde yalıtılması sonucu elde edilen bulgular incelenmiştir. Binanın yıllık enerji ihtiyacı (Q) sınırlandırılan enerji ihtiyacına (Q') oranlanarak 3 farklı tür yalıtım uygulanmış, yapılan bu uygulamaların sonuçları değerlendirilmiştir. $0.95 \leq Q/Q' < 0.99$, $0.85 \leq Q/Q' < 0.95$ ve $Q/Q' < 0.85$ durumlarını sağlayacak yalıtım, ele alınan binaya uygulanmış, bu 3 farklı yalıtım için, yapı elemanlarının toplam ısı transfer katsayıları, TS825' de tavsiye edilen değerler ile standardın içerdiği özel durum ve hükümlerin prensibinde değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra bu 3 yalıtım tipine bağlı olarak aylık iletim – taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile yine aylık ısı kazançlarının değişimi ele alınmış ve yalıtım tipine bağlı olarak aylık ısıtma enerjisi ihtiyacının değişimi de grafik halde incelenmiştir. Uygulanan yalıtım tipine bağlı olarak binanın yıllık yakıt tüketimi, yakıt ve yalıtım maliyetleri ile yalıtımın geri ödeme süreleri de çalışmada ele alınan konular arasındadır.

2. TS 825 ISI YALITIMI HESAPLARI

Yalıtılan bir binanın TS 825 Standardına uygun olabilmesi için;

1. Binanın hesaplanan yıllık ısıtma enerji ihtiyacı (Q), standartta verilen yıllık ısıtma enerjisi sınır değerinden (Q') küçük olmalıdır.
2. Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan, taban ya da döşeme için hesaplanan toplam ısı transfer katsayısı (U) değerinin doğruluğu, standart tarafından tavsiye edilen değerlere göre, özel hükümler de dikkate alınmak kaydıyla kontrol edilmelidir.
3. Binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşma durumu için hesaplar yapılmalı, yoğuşma olmamasına ya da yoğuşma miktarının buharlaşma miktarının altında kalacak şekilde zararsız olmasına dikkat edilmelidir.

4. Binanın ısı kaybeden dış yüzeylerinde yoğuşma olmasa dahi, küf oluşumunun başlamaması ve konfor şartlarının bozulmaması için iç yüzey sıcaklıklarının iç ortam sıcaklık değerinden en fazla 3 °C düşük olacak şekilde tasarımlarının yapıldığı kontrol edilmelidir [7].

TS 825 standardı gereğince binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aylık ihtiyaçların toplamı şeklinde tespit edilmektedir:

$$Q_{yu} = \sum Q_{ay} \quad (1)$$

Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı ise:

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_i - \phi_{s,ay})] \times t \quad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada,

- θ_i ve θ_e : aylık ortalama iç ve dış sıcaklık [°C]
 η_{ay} : kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü [-]
 ϕ_i : aylık ortalama iç kazançlar [W]
 $\phi_{s,ay}$: aylık ortalama güneş enerjisi kazançları [W]
 T : bir aydaki saniye cinsinden zaman [s]

şeklinde tanımlanmıştır. Denklemden tanımlanan H; binanın özgül ısı kaybıdır ve iletim – taşınım ile olan ısı kaybı (H_T) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_v) toplamından oluşmaktadır. İletim – taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, yalıtımda ısı köprüsünün oluşmadığı varsayımıyla aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir:

$$H_T = \sum U \times A = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + 0,5 U_{ds} A_{ds} \quad (3)$$

Denklemden verilen toplam ısı transfer katsayısı (U) ve Alan (A) değerleri sırasıyla dış duvarlara, pencerelere, kapılara, tavana, zemine oturan taban veya döşemeye, dış hava ile temas eden tabana ve düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarına ait değerlerdir. Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa U_T teriminin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınmaktadır. Toplam ısı transfer katsayısı (U) ise bilindiği üzere taşınım ve iletim dirençleri ile basitçe hesaplanabilmektedir:

$$\frac{1}{U} = R_i + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_e \quad (4)$$

Bu denklemde R_i ve R_e sırasıyla iç ve dış ortam taşınım ısı dirençlerini, d ve λ ise sırasıyla malzeme kalınlık ve ısı iletim katsayısı değerlerini göstermektedir. Doğal yolla havalandırılan binalarda havalandırma yoluyla olan ısı kaybı hava değişim oranı $n_h=0,8 \text{ h}^{-1}$ alınarak;

$$H_v = 0,33 \times n_h \times V_h \quad (5)$$

şeklinde hesaplanabilir. Burada V_h havalandırılan hacimdir ve basitçe bina brüt hacminin %80' i kadar alınabilmektedir.

TS 825' e göre aylık ortalama iç kazançlar hesaplama yapılan aydan bağımsız olarak konutlar için bina kullanım alanının 5 katı olarak Watt cinsinden hesaplanabilmektedir:

$$\phi_i = 5 \times A_n \quad [W] \quad (6)$$

Burada A_n binanın kullanım alanıdır ve basitçe bina brüt hacminin %32' si olarak alınabilmektedir. Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ise ışınım değerlerinin değişimine bağlı olarak her ay için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü $r_{i,ay}$, saydam yüzeylerin güneş enerjisi geçirme faktörü $g_{i,ay}$, dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti $I_{i,ay}$ ve pencere yüzey alanı A_i olmak üzere aylık ortalama güneş enerjisi kazançları;

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \quad (7)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir. İfadedeki "i" alt indisi hesaplama yapılan yönü göstermektedir.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü;

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (8)$$

şeklinde belirlenebilmektedir. Burada KKO_{ay} hesaplama yapılan ay için kazançların kayıplara oranı şeklinde hesaplanmakta ve eğer değeri 2,5 yahut üzerinde olursa o ay için ısı kaybının olmadığı kabul edilmektedir.

TS 825' e göre yukarıda anlatılan metot doğrultusunda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tespit edilir ve standartta belirtilen üst limitler ile mukayese edilerek yalıtımın uygunluğu değerlendirilebilir. Değerlendirme net kat yüksekliğinin 2,6 m değerinden büyük veya küçük olmasına bağlı olarak brüt hacim başına veya net kullanım alanı başına yapılabilmektedir.

3. UYGULAMA

TS 825 analizi Antalya ilinde bulunan konut amaçlı kullanılan ve detaylı bilgileri Tablo 2' de sunulan bir binaya uygulanmıştır. Bina ilk önce yalıtımsız olarak ele alınmış, daha sonra binanın yıllık enerji ihtiyacı (Q) sınırlandırılan enerji ihtiyacına (Q) oranlanarak 3 farklı tür yalıtım uygulanmıştır. Q/Q oranına bağlı olarak yalıtımsız bina Tip 1 olarak isimlendirilmiş, yapılan yalıtıma bağlı olarak da yine Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 binaları oluşturulmuştur. 4 tip durum için gerekli bilgiler ve kullanılan yalıtım malzemeleri Tablo 3' de verilmiştir. Tablodan da görülebileceği üzere Tip 1' den Tip 4' e gidildikçe binanın enerji verimliliği artmaktadır.

Tablo 2. Uygulama Yapılan Binaya Ait Dizayn Bilgileri.

Binaya Ait Bilgileri	
Brüt hacim	25349,22 m ³
Net kullanım alanı	8111,75 m ²
Tavan yüksekliği	>2.6 m
İç sıcaklık	19 °C
Kat adedi	11 kat
Bina tipi	Konut
Yakıt türü	Fuel Oil
Bölgesi	Antalya / 1. Derece Gün Bölgesi
Havalandırma durumu	Doğal Havalandırma
Pencere / Duvar alanı oranı	%60 dan az
Bina durumu	Ayrık Bina (Gölgeleme Faktörü $r_{i,ay}=0,8$)
Camların geçirme durumu	Renksiz yalıtım camı ($g_{i,ay}=0,6$)

Tablo 3. Bina Tipleri ve Yalıtım Durumları.

Tip	Yalıtım Durumu	Uygulanan Yalıtım
Tip 1	$Q/Q = 2.05 > 0.99$	Yalıtım uygulanmamıştır
Tip 2	$0.95 \leq Q/Q = 0.97 < 0.99$	Duvarlar 3cm XPS 035 Tavan 5cm XPS 030 Taban 3cm XPS 030
Tip 3	$0.85 \leq Q/Q = 0.88 < 0.95$	Duvarlar 4cm XPS 030 Tavan 5cm XPS 030 Taban 3cm XPS 030
Tip 4	$Q/Q = 0.80 < 0.85$	Dış Duvarlar 6cm XPS 030 Isıtılmayan hacme açılan duvarlar 5cm XPS 030 Tavan 7cm XPS 030 Taban 6cm XPS 030

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Binanın yalıtımlı olduğu Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 durumları TS 825' deki tüm kıstasları sağlamaktadır. Binanın yıllık enerji ihtiyacı standartta tavsiye edilen sınır değerinin altında kalırken, hiçbir yapı elemanında yoğuşma meydana gelmemektedir. Yine yapı elemanların iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C ' yi geçmemektedir.

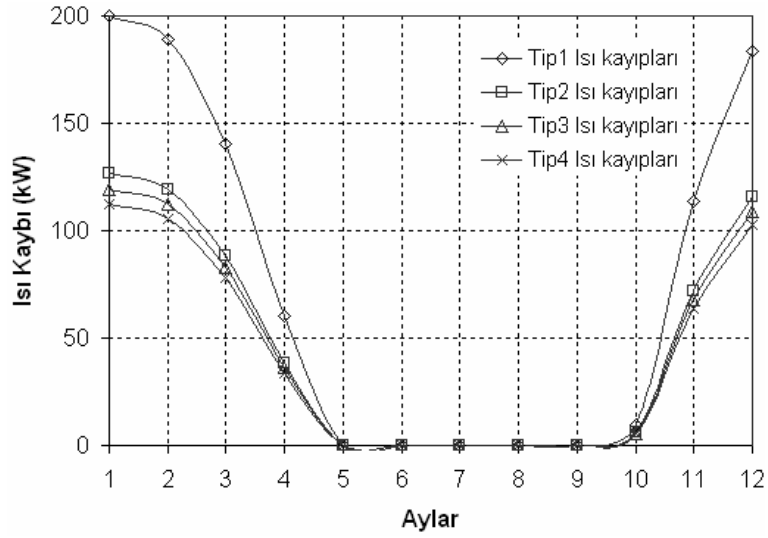
Yalıtımsız ve çeşitli tip yalıtımlar sonucu bina elemanlarının toplam ısı transfer katsayısı (U) değerlerindeki değişimler Tablo 4' de verilmiştir. Yalıtımsız durum olan Tip 1 için elde edilen U değerlerinin TS 825' de tavsiye edilen U değerlerinin üzerinde olduğu tablodan açıkça görülmektedir. Yalıtımlı duvarlar olan Tip 2 ve Tip 3' de ise bazı elemanların U değerinin tavsiye edilen değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. Ancak TS 825' de "Isı yalıtım hesabı yapılan yeni binalarda; ısıtılan hacimleri ayıran duvar, döşeme ve/veya taban ile tavan ve/veya çatılar için alınacak U değerlerinden herhangi biri veya birkaçının tavsiye edilen değerlerden % 25 daha büyük olması durumunda, diğer U değerlerinden biri ya da bir kaçını için seçilecek değer/değerler standart da tavsiye edilen değer/değerlerin % 25'inden daha düşük olmamalıdır. Bu durum tavsiye edilen değerlerin % 25'inden daha düşük değerlerin seçilerek uygulanması için bir engel değildir. Ancak bu paragrafta belirtilen özel durum nedeniyle, binanın ısı kaybeden söz konusu yapı bileşenlerinden herhangi birinin veya bir kaçının tavsiye edilen değer/değerlerin % 25'inden daha düşük olarak uygulanması durumunda bile, standartta verilen hesaplama metodu içerisinde kullanılacak olan değer için, tavsiye edilen değere göre % 25 oranında düşük olarak tasarımı olduğu varsayılarak hesaplamaya yansıtılmalıdır" şeklinde bir özel hüküm mevcuttur. Bu hüküm uyarınca hiçbir yapı elemanında tavsiye edilen U değerinin %25' inden daha büyük bir değer oluşmadığı için yapılan yalıtımlar toplam ısı transfer katsayısı olarak da TS 825' e uygundur.

Tablo 4. Bina Tipine Bağlı Olarak Yapı Elemanlarının Toplam Isı Transfer Katsayısı (U) Değerleri.

Yapı Elemanı	U (W/m ² K)				
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	TS825 Tavsiye
Dolgu dış duvar	1.58	0.67	0.51	0.38	0.70
Betonarme dış duvar	3.14	0.85	0.61	0.43	0.70
Isıtılmayan hacme açılan dolgu duvar	1.39	0.63	0.49	0.42	-
Isıtılmayan hacme açılan betonarme duvar	2.78	0.82	0.59	0.49	-
Tavan (üzeri çatılı)	2.38	0.48	0.48	0.36	0.45
Tavan (üzeri açık)	3.50	0.51	0.51	0.38	0.45
Taban (ısıtılmayan iç ortama bitişik)	1.72	0.63	0.63	0.39	0.70

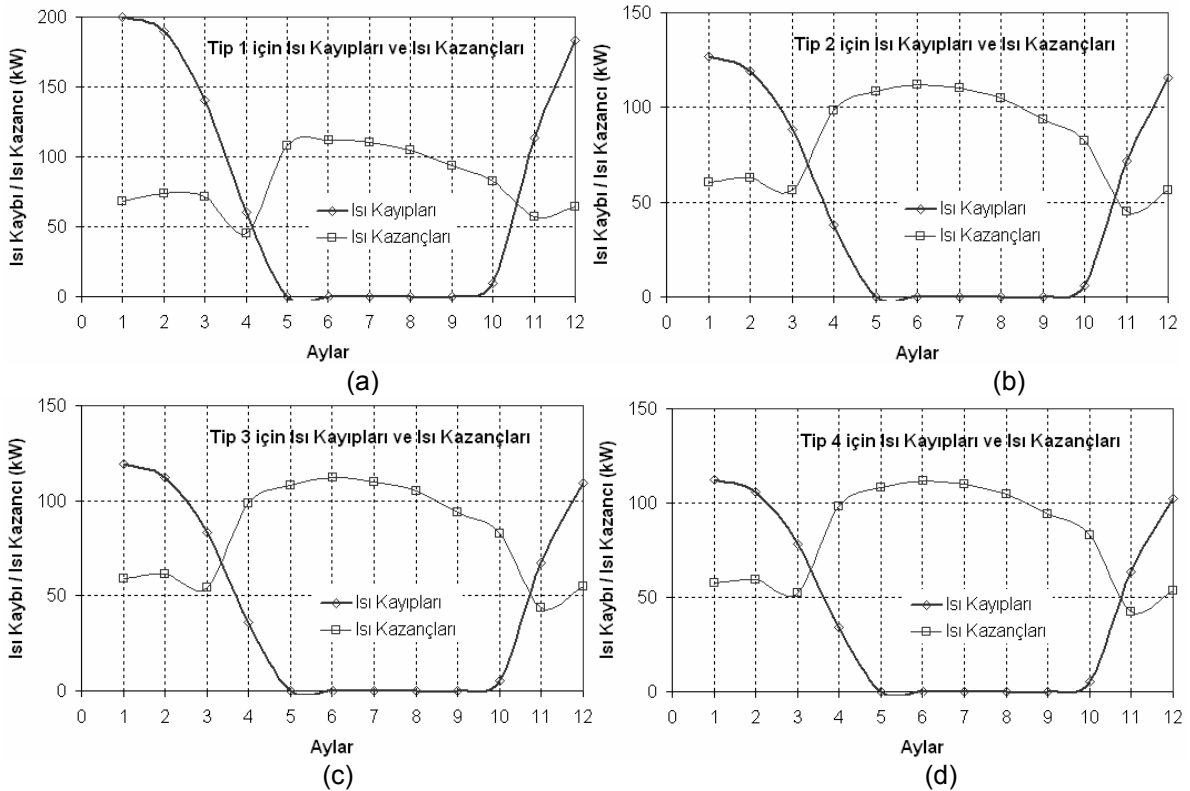
Şekil 4' de bina yalıtım durumuna bağlı olarak meydana gelen ısı kayıpları görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere, yılın 7 ayı dış ortam sıcaklık değerleri iç sıcaklığın altına düşmekte ve ısı kaybı

meydana gelmektedir. Ancak mevcut grafikte ısı kazançlarının dikkate alınmadığını vurgulamak önemlidir. Yine yalıtımsız hal olan Tip 1’de yalıtımlı durumlara göre oldukça yüksek ısı kayıplarının olduğu açıkça görülmektedir.



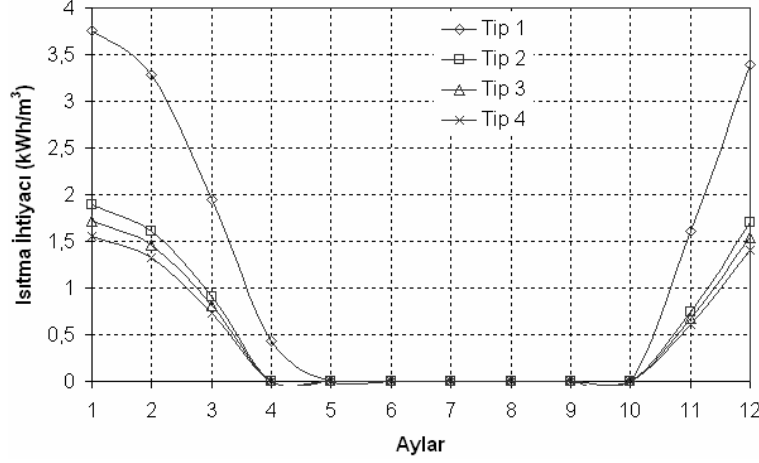
Şekil 4. Yalıtımsız Hal ve Farklı Yalıtım Durumları İçin Isı Kayıplarının Aylık Olarak Değişimi.

4 tip durum için ısı kayıp ve kazançlarını Şekil 5’de inceleyebiliriz. Yalıtımsız hal olan Tip 1 için, yılın ilk 4 ayı ve son 2 ayı olmak üzere toplam 6 ay ısı kayıpları ısı kazançlarını aşmakta ve ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmakta iken, yalıtımlı durumlar olan Tip 2, Tip 3 ve Tip 4’de yılın ilk 3 ve son 2 ayı olmak üzere toplam 5 ay ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.



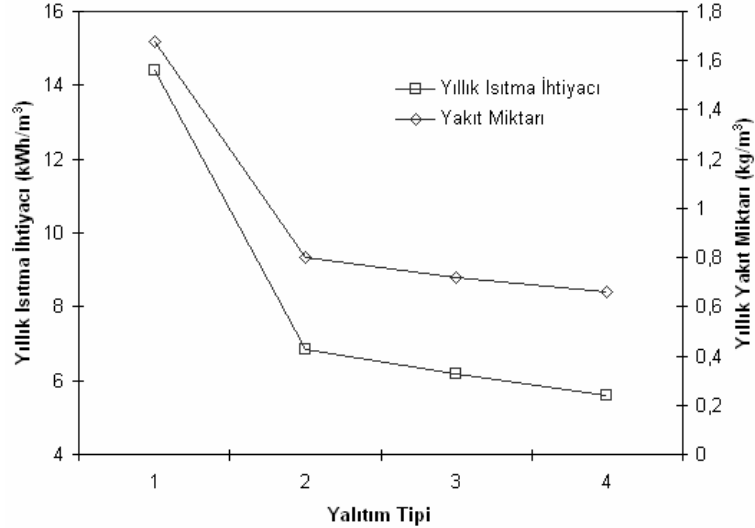
Şekil 5. Yalıtımsız Hal ve Farklı Yalıtım Durumları İçin Isı Kayıp ve Kazançlarının Aylık Olarak Değişimi.

Aylık ısıtma ihtiyacı değerinin bina yalıtım durumuna bağlı olarak değişimi de Şekil 6' da verilmiştir. Isı kayıplarından kazançlarının çıkartılmasıyla bulunan ısıtma ihtiyacı değerleri yalıtımsız durum olan Tip 1' de oldukça yüksek iken yalıtımlı durumlar için düşüktür. Grafik incelendiğinde binanın pik ısıtma ihtiyacı yükünün ise Ocak ayında olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 6. Yalıtımsız Hal ve Farklı Yalıtım Durumları İçin Isıtma İhtiyacının Aylık Olarak Değişimi.

Bina yalıtım tipine bağlı olarak yıllık ısıtma ihtiyacının değişimi ile yıllık yakıt tüketimi miktarı da Şekil 7' de verilmiştir. TS 825' e göre bu binanın sınırlandırılmış yıllık ısıtma ihtiyacı miktarı $7,02 \text{ kWh/m}^3$ dür. Yalıtımsız durum olan Tip 1' de yıllık ısıtma ihtiyacı miktarı belirtilen bu sınır değeri geçerken, yalıtımlı tüm tiplerde sınırın altında kalmaktadır. Yalıtımın iyileştirilmesine bağlı olarak Tip 4' e doğru gidildikçe ısıtma ihtiyacı miktarı ve yine buna bağlı olarak yıllık yakıt tüketimi miktarı önemli mertebelerde azalmaktadır.



Şekil 7. Yalıtım Tipine Bağlı Olarak Yıllık Isıtma İhtiyacı ve Yıllık Yakıt Tüketimi Miktarının Değişimi.

Elde edilen bulgular pik ısıtma yükünün Ocak ayında olduğunu göstermektedir. Yalıtımsız ve yalıtımlı bina durumları için pik ısıtma yüküne bağlı olarak seçilen kazan kapasiteleri ile gerekli radyatör uzunlukları Tablo 5' de verilmiştir. Kazan olarak fuel oil yakıtlı 2-geçişli çelik kazanlar seçilirken, radyatör olarak da PKP tipi 400 mm yükseklikte panel radyatörler tercih edilmiştir. Elde edilen bulgular artan yalıtım miktarı ile birlikte kazan kapasiteleri ve radyatör uzunluklarında önemli düşüşler olduğunu açıkça göstermektedir. Tesisatta seçimler yapılırken TS 2164 de olduğu gibi her bir hacim ayrı ayrı ele alınarak detaylı analiz yapılmamış, TS 825 hesaplama yönteminden elde edilen bulgular ile bir yaklaşım sağlanmıştır. Bu değerler elde edilirken iç ortam sıcaklığı tüm hacim için $19 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul

edilmiştir. TS 2164' e göre hesaplama yapılsaydı daha yüksek iç ortam sıcaklıklarından dolayı daha yüksek kazan kapasiteleri ve daha büyük radyatör uzunluklarının elde edileceği açıktır. Ancak TS 825' e göre elde edilen veriler de yalıtımın tesisat üzerindeki önemini göz önüne sermektedir.

Tablo 5. Yalıtımsız ve Çeşitli Yalıtımlı Durumlar İçin Seçilen Kazan Kapasiteleri ve Radyatör Uzunlukları.

Tip	Pik Isı Kaybı	Seçilen Kazan Kapasitesi	Gerekli radyatör uzunluğu
Tip 1	132,2 kW	140 kW	89 m
Tip 2	66,3 kW	70 kW	45 m
Tip 3	60,32 kW	70 kW	41 m
Tip 4	54,76 kW	55 kW	37 m

Kazan kapasitesi ve radyatör uzunlukları TS 2164' e göre değil, bir yaklaşım olarak TS825' e göre tespit edilmiştir.

Tablo 6' da ise yalıtımsız ve yalıtımlı durumlar için maliyet hesapları ve amortisman süreleri sunulmuştur. Tablodan görüleceği üzere, yalıtım iyileştirildikçe yalıtım ilk yatırım maliyetleri oldukça yükselirken, ısıtma tesisatı ilk yatırım maliyeti ise düşmektedir. İyileştirilen yalıtım ile yıllık yakıt masraflarında da önemli azalmalar olduğu tablodan açıkça görülebilmektedir. Yalıtımın durumuna bağlı olarak yapılan ilk yatırım masrafı kendini 15 ile 19 ay arasında amorti etmektedir. Daha açık ifade etmek gerekirse yapılan yalıtım kendini 2 ısıtma sezonu içerisinde rahat bir şekilde geri ödemektedir.

Tablo 6. Yalıtımsız ve Çeşitli Yalıtımlı Durumlar İçin Yalıtım İlk Yatırım, Tesisat ve Yıllık Yakıt Maliyetleri ile Yalıtımın Amortisman Süresi.

Tip	Yalıtım Maliyeti	Tesisat Maliyeti (Kazan + Radyatör)	Yıllık yakıt maliyeti	Amortisman Süresi
Tip 1	-	15000 TL	85000 TL/yıl	
Tip 2	62500 TL	8800 TL	40000 TL/yıl	15 ay
Tip 3	70000 TL	8400 TL	36500 TL/yıl	16 ay
Tip 4	85000 TL	7800 TL	33500 TL/yıl	19 ay

Maliyet analizi piyasa araştırması ile elde edilen veriler üzerinden yapılmıştır.

5. SONUÇ

Binalarda enerji verimliliği için öncelikle ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerjiyi sınırlandırmak oldukça önemlidir. Bunun yolu ise binayı doğru bir şekilde yalıtımdan geçmektedir. Bu çalışmada 1. derece gün bölgesinde bulunan bir binaya yapılan TS 825 uygulaması ile ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının ciddi oranlarda düşebileceği, bunun neticesi olarak da kullanılan yakıt miktarlarında önemli düşüşler yaşanacağı, tesisat ilk yatırım masraflarının azalacağı açıkça gösterilmiştir. Yapılan yalıtım ilk yatırım masraflarının da 2 ısıtma sezonu içerisinde geri ödenebileceği gösterilmiştir. Binalarda yapılacak yalıtımın enerji tasarrufu ve dolayısıyla parasal getirisinin yanı sıra azalan emisyonlara bağlı olarak daha temiz çevre ve konforlu bir yaşam alanı olarak geri döneceği de açıktır.

KAYNAKLAR

- [1] MMO Oda Raporu, "Dünya' da ve Türkiye' de Enerji Verimliliği", Yayın No: 475, 2008.
- [2] K.B.S.B. (Kazan ve Basınçlı Kap Sanayicileri Birliği Derneği, "Mevzuatımızda Enerji Performansı", 2010.
- [3] MMO Oda Raporu, "Türkiye' nin Enerji Görünümü", Yayın No: 528, 2010.

- [4] MMO Oda Raporu, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Yayın No: 479, 2008.
- [5] DİLMAÇ, Ş., KESEN, N., “A Comparison of New Turkish Thermal Insulation Standard (TS 825), ISO 9164, EN 832 and German Regulation”, Energy and Buildings, 35: 161 – 174, 2003.
- [6] DAĞSÖZ, A.K., BAYRAKTAR, K.G., “Isıtma ve Soğutma Sistemlerinde Isı Yalıtımıyla Sağlanan Kazançlar”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Mart-Nisan, 2001.
- [7] TS 825, “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim ATMACA

1979 yılı Antalya doğumludur. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalından yüksek lisans ve 2006 yılında aynı Enstitüden Doktora derecelerini aldı. 2007 yılında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim dalına Yardımcı Doçent olarak atandı. Halen Akdeniz Üniversitesinde Enerji Anabilim Dalı Başkanlığı görevini yürütmektedir. Aynı zamanda MMO Antalya şube yönetim kurulu üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Sezgi KOÇAK

1985 Ankara doğumludur. 2009 yılında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde bölüm ikincisi olarak eğitimini tamamladı ve aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2009 yılından 2010 yılına kadar özel sektörde çalıştıktan sonra 2010 yılının Haziran ayında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen aynı görevi sürdürerek Enerji Anabilim Dalı'nda çalışmalarına devam etmektedir.