

BİNALARDA ISI YALITIMI YOLUYLA ENERJİ TASARRUFU VE ÖRNEK BİR UYGULAMA: MKÜ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ BİNASININ ENERJİ PERFORMANS DEĞERLERİ VE MALİYETLERİ

Onur ÖZUTKU
Cuma KARAKUŞ

ÖZET

Dünyadaki artan nüfus ile birlikte enerji tüketimi artmakta, buna bağlı olarak da mevcut fosil kaynakları tükenmeye başlaması ile birlikte çevre kirliliğinin de doğayı ciddi tehdit altına alması enerji verimliliğini dünya gündeminin ilk sıralarına taşımaktadır. Ülkemizin enerji verimliliğinde öncelikle uygulanması gereken önlemlerden bir tanesi binaların ısı yalıtımının yapılmasıdır. Bu çalışmada, MKÜ Mühendislik Fakültesi binasının TS825 standardına uygunluğu irdelenmiştir. Bina, birinci derece gün bölgesinde etrafı açık rüzgar ve güneş alan 2303 m²'lik alana kurulmuş olup %60'ından fazlası 12mm hava boşluklu ısıcam kaplamadır. Yapılan hesaplamalar neticesinde, binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, yalıtımsız durumdaki ısıtma enerjisi ihtiyacına göre % 46,8 azalma olduğu bulunmuş olup B tipi enerji verimli bina olduğu tespit edilmiştir. Binanın cam kaplama olması irdelenmiş; bina cam kaplama alanını %50 oranında azaltılarak dış duvar eklemesi yapılmıştır. Bu durumda binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı %17 oranında artış göstermiştir. Bunun yanı sıra, binanın kışın ısıtma sezonu için 1. ve 2. derece gün bölgesi için bir avantaj olduğu belirlenmiş olup 3. ve 4. bölge için yapılan hesaplamalarda, TS825 standardına uygun olmadığı sonucu belirlenmiştir. Binada yalıtım malzemesi olarak XPS30 yerine cam yünü kullanıldığında ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı %25,6 artış göstermiştir. Bu durumda ısıtma enerjisi ihtiyacı bakımından XPS30 daha uygun olduğu görülmüştür. Binanın ısı yalıtım maliyeti ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacındaki azalma ile tasarruf edilen miktar irdelendiğinde ısı yalıtım maliyetinin 3 yıl sonra kendisini amorti edeceği bulunmuştur. Sonuç olarak için binanın hem yalıtım kalınlığı hem yapı elemanları hem de cam kaplama alanı ile yapının inşa edilmesinin TS825 standardına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Binalarda ısı yalıtımı, enerji tasarrufu, TS 825 standardı, cam kaplama

ABSTRACT

In concurrence with the increasing population in world, the energy consumption rises, therefore existing fossil resources are consumed away. At the same time the threat of environmental pollution on nature, brings energy efficiency to the top of world's agenda. One of the provisions that should be made in our country's energy efficiency is to provide thermal insulation in houses. In our country 30% of the energy is consumed in houses and 85 % of this energy is used for heating. By insulating the houses this energy can be reduced about 60%. For this reason Turkish Standards Institution (TSE) puts forward The Heat Insulation Rules standard TS 825. According to this standard values such as feature of the building, the characteristics of the heating system, internal and external climate conditions, heat gain from the sun and internal gain are taken into account and the annual heating need of the building is found. Going by the final value's suitability to the standard, the building's insulation type is determined. Within this framework of Mustafa Kemal University Engineering Faculty building is going to be analyzed according to TS 825 standard. In order to provide heat economy and thermal comfort in parts which are unsuitable to the standard in the existing structure of the building,

alternative heat insulation materials and solution offers are going to presented. With the new heat insulation systems generated with alternative heat insulation materials, the annual need of heating energy of the sample building, the fuel savings and the reducing rate of air polluting waste provided by heat insulation and the specific heat loss are going to be taken into account and cost analyses of the applied systems are going to be carried out.

Keywords: Building Heat Insulation, Energy Consumption, TS 825, Glass Coating

1.Giriş

Teknolojinin insan hayatına girmesiyle konforlu yaşam her birey için uyulması gereken bir standart haline gelmiştir. Doğal olarak, bu konforlu yaşamı sağlamak için kullanılması gereken enerji miktarları da büyük artış göstermiştir. Örneğin, ulaşımdan barınmaya, üretimden iletişime, hatta eğlenceye kadar her sektörde enerji yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Artan dünya nüfusu ve buna bağlı olarak da mevcut fosil yakıtların tükenmeye başlaması, bunun yanı sıra çevre kirliliğinin de doğayı ciddi tehdit altına alması enerji verimliliğini dünya gündeminin ilk sıralarına taşımaktadır. Ülkemizde enerjinin yaklaşık %30'u konutlarda tüketilmekte olup bu enerjinin %85' i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır [1]. Konutlarda ısı yalıtımı yapılarak kullanılan enerjinin yaklaşık %50-60'ı tasarruf edilebilmektedir. Bu nedenle enerji verimliliğinde öncelikle uygulanması gereken önlemlerden bir tanesi konutların ısı yalıtımının yapılmasıdır. Binalarda yalıtımının amacı ısının kış şartlarında iç ortamdan dış ortama, yazın ise dış ortamdan iç ortama geçişini yavaşlatmaktır. Bilindiği gibi ısı transferinin tek şartı iki ortam arasındaki sıcaklık farkının bulunmasıdır. Isı yalıtımı ile ısı transferi tamamen engellenememekte, sadece birim zamanda olan ısı transfer miktarını azaltılabilmektedir. Bina duvar, tavan, taban gibi yapı elemanlarının yalıtımıyla ısı transferine karşı direnç oluşturularak, toplam ısı iletim katsayısı ve ısı transfer miktarı azaltılmaktadır. Isı yalıtımı, değişen dış ortam koşulları, mevsimsel sıcaklık farkları gibi etkilerden yaşam alanlarını koruyarak insan sağlığını olumlu yönde etkileyip, verimli iş gücü sağlamakla birlikte enerji verimliliği açısından enerji israfının önüne geçip, çevre dostu yaşam alanları oluşturarak küresel ısınmayı önlemeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, yapı elemanlarında, beton içindeki çeliğin paslanarak mukavemetini kaybetmesine ve taşıma kapasitesinin düşmesine neden olan yoğunlaşmayı engelleyerek binaların daha güvenli ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır.

Isı yalıtım ile ilk yatırım maliyetleri artmakla birlikte ısıtma ve soğutma giderleri çok büyük oranlarda düşüş göstermektedir. Isıtma-soğutma sistemlerinde ilk yatırım maliyetlerini düşürmektedir. Örneğin, yalıtımsız bir bina kazanı ile yalıtımlı bir bina kazanı arasında yaklaşık %50 kapasite farkı bulunmakta, benzer şekilde yalıtımlı binalarda kalorifer petek boyu yalıtımsız binadaki kalorifer petek boyuna göre küçük seçilmektedir. Bunun neticesinde ilk yatırım maliyetlerinin düştüğü görülmektedir. Ayrıca boyutları küçülen sistem elemanlarının bina kullanım alanı içersinde işgal ettikleri alanlar azalacağından bina kullanım yerleri artmaktadır. Bunların neticesinde, ısı yalıtımı yapılan binalar her açıdan ekonomik, konforlu ve sağlıklı bir yaşam olanağı sunmaktadır.

Bu kapsamda, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Isı Yalıtım Kuralları standardı olan TS 825'i göz önüne alınarak bina özellikleri, ısıtma sisteminin karakteristikleri, iç ve dış iklim şartları, güneşten gelen ısı kazançları ve iç kazançlar gibi değerler ele alınarak yapılan hesaplama sonucunda binanın yıllık ısıtma ihtiyacı bulunmaktadır. Bulunan bu değer standarda uygunluğuna bakılarak binanın hangi enerji sınıfında olduğu bulunur. TS 825 konutlar için A tipi süper enerji verimli bina, B tipi iyi enerji verimli bina ve C tipi normal enerji verimli bina olmak üzere 3 tip uygun enerji sınıfı belirlemiştir.

Bu çalışmada Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasının TS 825 standartlarına uygunluğu irdelenecek, binanın mevcut yapısal durumunda standarda uygun olmayan bölümlerde ısı ekonomisi ve ısı konfor sağlamak için alternatif ısı yalıtım malzemeleri ve çözüm önerileri sunulacaktır. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri ile oluşturulan yeni ısı yalıtım sistemleri ile örnek binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, ısı yalıtımı sonucu sağlanan yakıt tasarrufu ve hava kirlenici atıklardaki azalma miktarı ve özgül ısı kaybı hesaplanmış, uygulanan sistemlerin maliyet analizleri yapılmıştır.

2. Önceki Çalışmalar

Binalarda enerji yönetimi ve ısısal değerlerin optimum kullanılabilirliği, son zamanlarda araştırmacılar tarafından çokça incelenen bir konudur. Bu konu ile ilgili bir araştırmada, örnek yapı olarak her katta 100m²lik 4 daireni bulduğu, kat yüksekliği 2,6m ve brüt hacmi 6500m³olan 5 katlı bir bina ele alınmıştır. TS 825'e göre yapılan hesaplamalara göre birinci derece-gün bölgesinde yer alan örnek binanın yalıtımsız olması durumunda yıllık net ısıtma enerjisi ihtiyacı 176.946kWh, yalıtımlı olması durumunda 71.111kWh olarak hesaplanmış olup yaklaşık %60 oranında enerji tasarrufu sağlandığını belirtmişlerdir. [2]

Yapılan bir diğer çalışmada; İstanbul Ümraniye'de ikinci derece-gün bölgesinde klasik kolon-kiriş betonarme yapıya sahip konutun enerji performansı hesaplanmıştır. Binada dış havaya açık 1559 m² ,toprak temaslı 678 m² duvar mevcut olup, 281m² tavan, 580m² taban, 550m² pencere ve 7,65m² kapı alanına sahiptir. Binanın yalıtımsız olduğu haldeki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q_{yıl}=690.919 kWh, hacim başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyacı Q=25,54 kWh/m³ olarak hesaplanmıştır. TS 825 standardının belirlediği en üst limit hacim başına düşen ısıtma enerjisi Q'=14,77 kWh/m³dür. Hesaplar sonucunda Q > Q' olduğundan yalıtımsız binanın TS 825 standardına uygun olmadığını tespit etmiştir. Göz önüne alınan binanın, dolgu duvarlarda 5cm XPS30, toprak temaslı duvar ve tabanda 3cm XPS30, çatı tavan kısmında 10cm cam yünü şilte ile yalıtılması durumunda ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 439.002 kWh, hacim başına düşen ısıtma enerjisi ihtiyacı Q'=14,73 kWh/m³ olduğunu hesaplamıştır. Hesaplanan bu değer TS825 Standardın belirlediği üst limitin değerinden daha düşük olduğundan göz önüne alınan yalıtımlı binanın C tipi uygun bir bina sınıfına dahil olduğunu ve yalıtım neticesinde %42,3 lük bir enerji tasarrufu sağlandığını belirtmiştir. [3]

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bina Özellikleri

Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binası, birinci derece gün bölgesinde etrafı açık rüzgar ve güneş alan 2303m² lik alana kurulmuş üniversite yönetim binasıdır. Göz önüne alınan binanın ön ve yan görünüşleri Şekil 1'de görülmekte olup brüt hacmi 21665,6m³dür. Binanın metraj bilgileri Çizelge 1'de verilmektedir. Ayrıca, binanın %60'ından fazlası cam kaplama olup güneşe bakan 243m², kuzeye bakan 243m², doğuya bakan 546m², batıya bakan 610m² olup toplam cam alanı 1642m²dir. Kullanılan cam ısıcam olup iki cam arası 12mm hava boşlukludur.

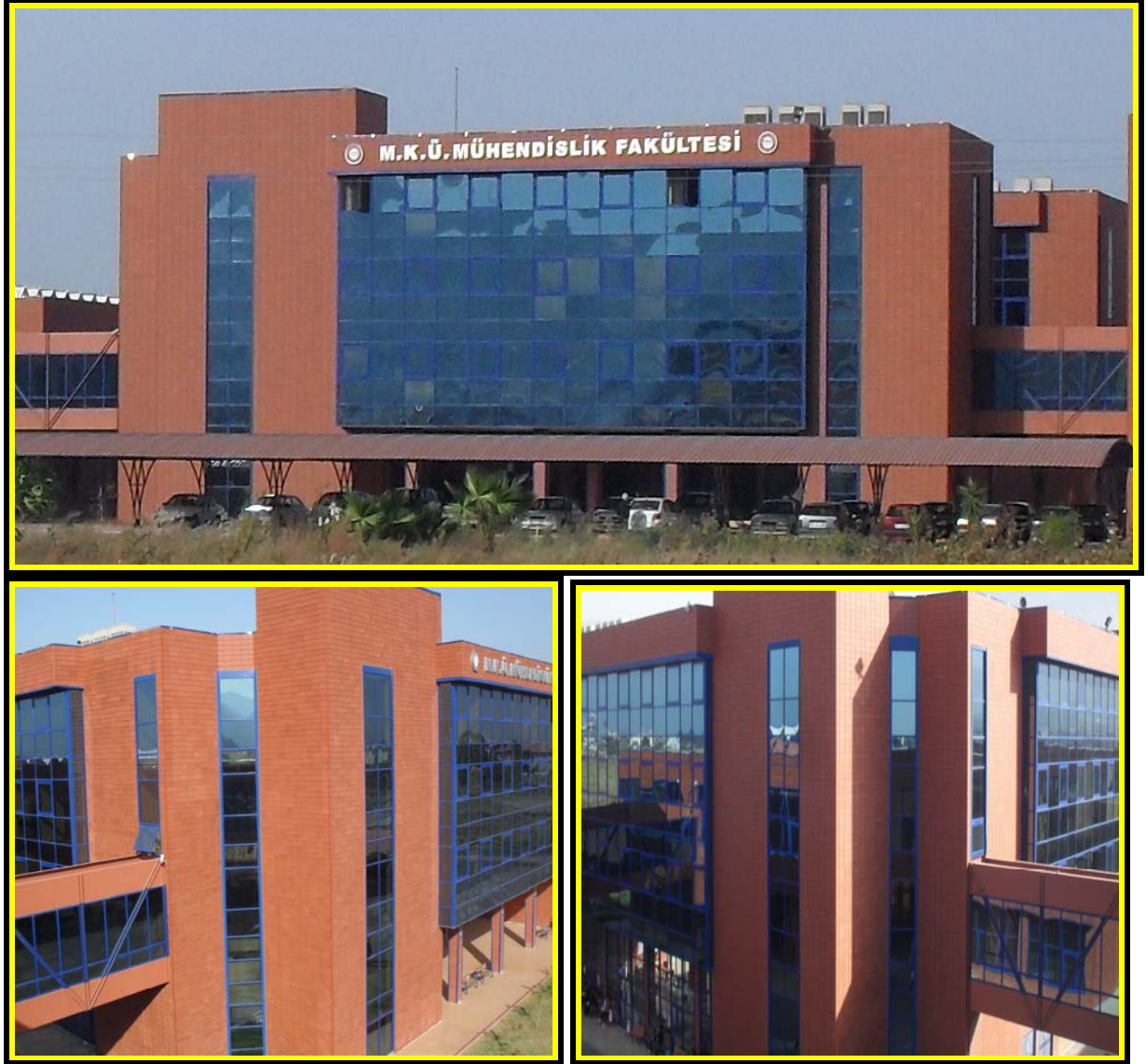
Çizelge 1. Göz Önüne Alınan Binanın Yapı Bileşeni Tipleri ve Alanları

Yapı Bileşeni Tipi	Yapı Elemanı Alanı (m ²)
Duvar Dış Havaya Açık	1188
Taban Toprak Temaslı	810
Taban Açık Geçit Üzeri	420
Tavan Üzeri Açık	1230
Cam Kaplama	1642

Bina havalandırma şekli doğal havalandırma olup, havalandırılan hacim miktarı 17332,48m³ dür. Binada ısı yalıtım malzemesi olarak 5cm'lik XPS30 sıkıştırılmış köpük kullanılmıştır. Taşıyıcı kolon ve kirişlerde C25 betonu kullanılmış olup, duvarlarda 10cm kalınlığında gaz beton kullanılmıştır. Kat yüksekliği 3m olup, zemin kat 497m², ara kat 341,21 m² ve idare katı 3x1230,77 m² olup toplamda 5 katlıdır. Bina 4530,52m² kullanım alanına sahiptir.

Hesaplarda IZODER'in TS 825 Hizmet programı kullanılmış olup binanın bulunduğu bölgenin kaçınıcı derece gün bölgesinde olduğu, net oda yüksekliği, havalandırma şekli, brüt hacmi, bina kullanım alanları, tavan, taban, duvar, pencere bilgileri gibi verilerin hesaplama esnasında programa girilmesi

gerekmektedir. Bu işlemlerin neticesinde ise binanın özgül ısı ihtiyacı, toplam ısı kaybı, iç ve solar kazanç değerleri ve son olarak yoğuşma grafikleri elde edilerek binanın standarda uygun olup olmadığını belirlenmektedir.



Şekil 1. MKÜ Mühendislik Fakültesi Binası Ön ve Yan Görünüşleri

4. HESAPLAMALAR VE BULGULAR

MKÜ Mühendislik Fakültesi binasının önce yalıtımsız olarak enerji performansı hesaplanmıştır. Ardından mevcut binanın yalıtımlı durumda enerji performansı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer, binanın alternatif bir yalıtım malzemesiyle yalıtılması sonucu oluşan yeni yapının performans değerleriyle karşılaştırılmıştır. Binanın %60'ından fazla olan cam kaplama miktarının yarı yarıya indirilip enerji performansı hesaplanmış ve mevcut durum ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca yapılan yalıtımın maliyeti hesaplanıp amortisman süresi belirlenmiştir. Son olarak yapılan yalıtımın çevreye katkısı incelenmiştir.

4.1. Yalıtımsız Durumda Binanın Enerji Performansı

Binayı yalıtımsız halde ısıtma için yıllık $Q_{yıl} = 210.958$ kWh' lik enerji harcanmaktadır. Binanın özgül ısı kaybı $13663,1$ W/K'dir. Bina yalıtımsız halde $Q = Q_{yıl}/V_{brüt} = 9,74$ kWh/m³ hacim başına düşen ısıtma enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Hesaplanan bu değerler TS 825 standardına uygun olmayıp TS 825 standardı bina için olması gereken en yüksek ısı kaybını $Q = 6,85$ kWh/m³ ile sınırlandırmıştır. Bu nedenle bina için ısı yalıtımı TS 825 standardı gereği zorunlu hale gelmektedir.

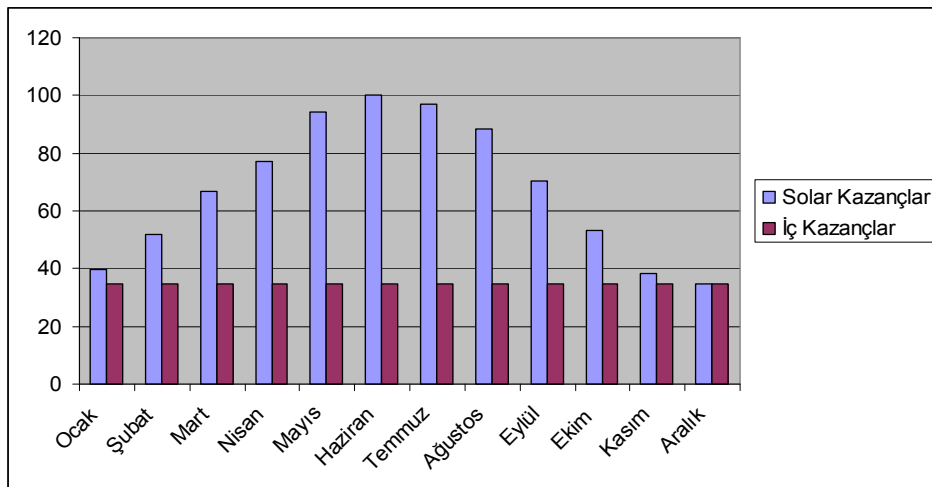
4.2. Yalıtımlı Durumda Binanın Enerji Performansı

Binada ısı yalıtım malzemesi olarak 5cm'lik XPS30 sıkıştırılmış köpük kullanılmıştır. Bina yalıtımlı halde ısıtma için yıllık $Q_{yıl} = 112.182$ kWh enerji harcamaktadır ve binanın özgül ısı kaybı $9312,07$ W/K dir. TS 825 Standardı bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q = 6,85$ kWh/m³ değerini üst değer kabul etmiş olup binamızın hacim başına düşen ısı kaybı $Q = Q_{yıl}/V_{brüt} = 5,18$ kWh/m³ olup $Q = 6,85$ kWh/m³ değerinden küçük çıkmıştır. Bu değer TS 825 standardına uygundur. Dolayısıyla binanın enerji performansı standarda uygundur ve ısı yalıtımı uygulanarak binanın yıllık enerji tüketimi %46,8 oranında azaltılmıştır. Bina B tipi iyi enerji verimli bina sınıfına girmiştir.

4.3. Binalarda Cam Kaplama Uygulamaları

Binalarda uygulanan cam kaplama alanı arttıkça, binanın güneş enerjisi kazançları da doğru orantılı olarak artar. Bunun neticesinde ısıtma enerjisi ihtiyacı azalır. Göz önüne alınan binanın birinci derece gün bölgesi için aylara göre iç ve solar kazançlar değişimi Şekil 2'de verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi tüm yıl boyunca iç kazançlar yaklaşık sabit kalırken solar kazançlar yaz aylarında artış göstermektedir. Yıl boyunca sadece aralık ayındaki solar kazanç ile iç kazançlar yaklaşık eşit olur iken diğer aylarda solar kazançlar iç kazançlardan daha yüksek değerler almaktadır.

Ayrıca, binalarda uygulanan cam kaplama doğal aydınlatma sağladığından dolayı, aydınlatma yükünü düşürerek enerji tasarrufu sağlar. Örneğin göz önüne alınan MKÜ Mühendislik Fakültesi binasında 144 adet doğal aydınlatma ile aydınlanan oda mevcuttur. Eğer binanın cam kaplama olmayıp diğer bir yapı elemanı ile yapılmış olması durumunda mevcut odaların mesai saatleri dahilinde aydınlatılması ihtiyacı doğmaktadır. Her odada aydınlatma lambası olarak 8 adet 18 watt'lık floresan lamba bulunmaktadır. Toplamda yaklaşık 1152 adet floresan lambanın, cam kaplama olmasından dolayı, gereksiz kullanılmasının önüne geçilerek enerji tasarrufu yapılmış olur. Kabaca doğal aydınlatmadan sağlayacağımız tasarrufu hesaplar isek; 1152 adet 18 Watt'lık floresan lamba ile toplamda harcanacak 20.736 kW'lık enerjinin gereksiz kullanımı cam kaplama sayesinde engellenmiş olmaktadır. Ayrıca, cam kaplama ile azalan enerji kullanımı sayesinde atmosfere atılacak karbondioksit emisyonları azalacak ve çevre korunmasına da katkı sağlayacaktır.



Şekil 2. 1'inci Derece Gün Bölgesi İçin Aylara Göre İç ve Solar Kazançlar Değişimi

Ayrıca yapılan hesaplamalar neticesinde göz önüne alınan cam kaplama binanın birinci ve ikinci derece gün bölgesi için TS 825 standardına uygun olduğu, fakat üçüncü ve dördüncü derece gün bölgesi için TS 825 standardına uygun olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Örnek Binanın Bölgelere Göre Durumu

Bina Durumu	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	TS 825 Durumu
1.Bölge	112.182	UYGUNDUR
2.Bölge	279.836	UYGUNDUR
3.Bölge	395.031	UYGUN DEĞİLDİR
4.Bölge	533.906	UYGUN DEĞİLDİR

Bunun yanı sıra binalarda cam kaplama kullanımının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Şekil 2'den de görüldüğü gibi kış sezonunda ısıtma enerjisi ihtiyacını düşüren solar ve iç kazançlar yaz sezonunda soğutma yükünü artırmaktadır. Ayrıca cam kaplamanın kullanımı ve bakımı sırasında gereken özen gösterilmez ise özellikle rüzgâr hızının yüksek olduğu bölgelerde infiltrasyon, ısı kayıpları artma gösterir iken havanın geçişi sırasında istenmeyen bir durum olan ses ve gürültü oluşmakta olup cam kaplama binalarda bu probleme sık sık rastlanmaktadır.

4.4.Binanın Cam Kaplama Miktarının Azaltılması Sonucu Enerji Performansı

Binada kullanılan cam kaplama miktarını yarıya indirilmesi (1642m^2 'den 821m^2 'ye), binanın dış cepheye bakan cam kaplamanın yarısının binada mevcut olan dış hava temaslı duvara benzer duvar örülmesi halinde binanın yıllık toplam ısı kaybı 131.684 kWh olmaktadır. Binanın 1642 m^2 cam alanına sahipken yıllık toplam ısı kaybı $Q_{\text{yıl}} = 112.182\text{ kWh}$ iken bu değer 131.684 kWh 'e yükselmektedir. Bu durumda cam kaplama 1642 m^2 den 821 m^2 'ye düşürülünce toplam ısı ihtiyacı % 17,3 artmıştır. Dolayısı ile çizelge 3'den de görüldüğü gibi cam kaplama miktarının azalması sonucu solar kazançlarda da bir azalma meydana geldiğinden, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında da bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 3. Cam Kaplamanın Enerji İhtiyacına Etkisi

Cam Kaplama miktarı (m^2)	Isıtma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	Güneş enerjisi kazancı (kWh)
1642	112182	341,523
821	131684	228,58

4.5. Alternatif Yalıtım Malzemesi Kullanımı

Göz önüne alınan binada bina enerji performansı hesaplanırken binanın yalıtım malzemesi 5cm 'lik XPS30 olduğundan hesaplar XPS30 'a göre yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar alternatif yalıtım malzemeleri kullanılmadan yapılan hesaplamalar ile en iyi yalıtım malzemesinin belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Bu yüzden alternatif bir yalıtım malzemesi olan Cam köpüğü ile binanın yalıtımı yapılmıştır. Cam köpüğü $-260\text{ }^\circ\text{C}$ ile $430\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkları arasında kullanılabilen yalıtım malzemesidir[4]. XPS30 yalıtım malzemesi ile cam yünü yalıtım malzemesinin özellikleri Çizelge 4'de karşılaştırılmıştır. Hesaplama neticesinde ısıtma enerjisi ihtiyacının 112.182 kWh 'ten 140.938 kWh 'e yükseldiği belirlenmiştir. Çıkan sonuç ısı iletim katsayısı ve toplam ısı kaybı daha düşük olan XPS30 daha uygun görünmekle birlikte cam yünü'nün yangına dayanımı ve kullanım sıcaklığı özel durumlarda tercih sebebi olmaktadır. Örnek binada çok yüksek sıcaklıklarda çalışan cihazlar ve patlama, yanma oluşturabilecek sistemler olmadığından XPS30 tercih edilmiştir.

Çizelge 4. Cam Yünü ile XPS30' un Karşılaştırılması

Malzeme Türü	Isı İletim Katsayısı W/m ² K	Yangın Sınıfı	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Örnek Bina için Toplam Isı Kaybı (kWh)
XPS30	0,03	B1 Sınıfı (Zor Alev Alır)	75	112.182
Cam Yünü	0,04	A Sınıfı Yanmaz	250	140.938

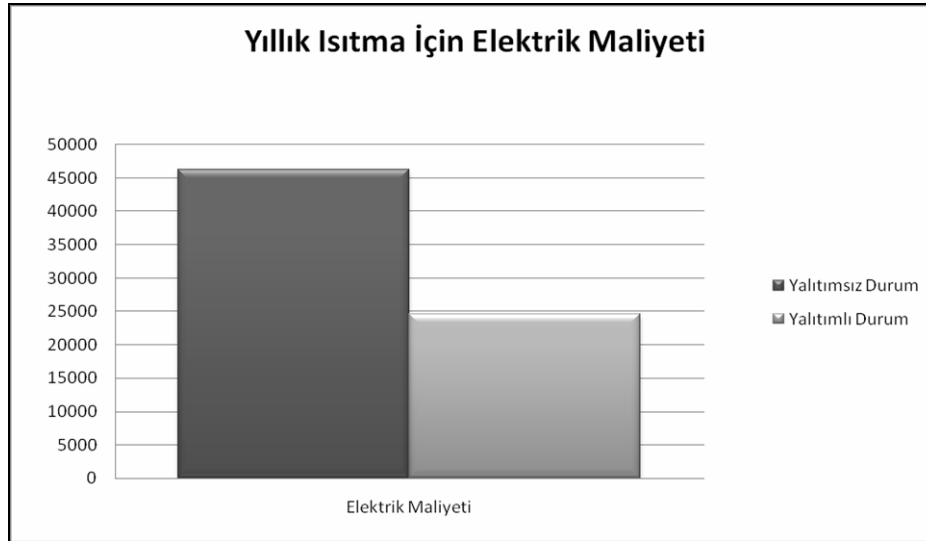
4.6. Maliyet Hesapları**4.6.1. Isıtma için Elektrik Giderleri Maliyet Hesabı**

Binanın yalıtımsız durumda yıllık elektrik gideri 210.958 kWh ve yalıtımlı durumda yıllık elektrik gideri 112.182 kWh olarak bulunmuş idi. Elektrik enerjisinin birim maliyeti 0.219 TL/kWh olduğunda yalıtımsız ve yalıtımlı durumda binanın yıllık elektrik gideri;[5]

Yalıtımsız Durumda Bir Yıllık Elektrik Gideri = 210.958kWh x 0,219TL/ kWh = 46.199,80 TL

Yalıtımlı Durumda Bir Yıllık Elektrik Gideri = 112.182 kWh x 0,219TL/ kWh = 24.567,80 TL

olarak bulunur. Binada ısı yalıtım uygulaması yapılarak yıllık 21.632,00 TL tasarruf söz konusudur. Elektrik giderlerinde yalıtım yapılarak %46,8 lik bir tasarruf yapılması söz konusudur.

**Şekil 3.** Yıllık Isıtma için Elektrik Maliyeti**4.6.2. Uygulanan Isı Yalıtımın Maliyeti**

Göz önüne alınan binanın dış duvar, tavan, taban kısımlarına yapılan yalıtım için toplam 3228m² yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Kullanılan yalıtım malzemesi 5cm kalınlıkta XPS30 sıkıştırılmış köpüktür. Isı yalıtımı uygulaması için maliyet hesabı neticesinde elde sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir.

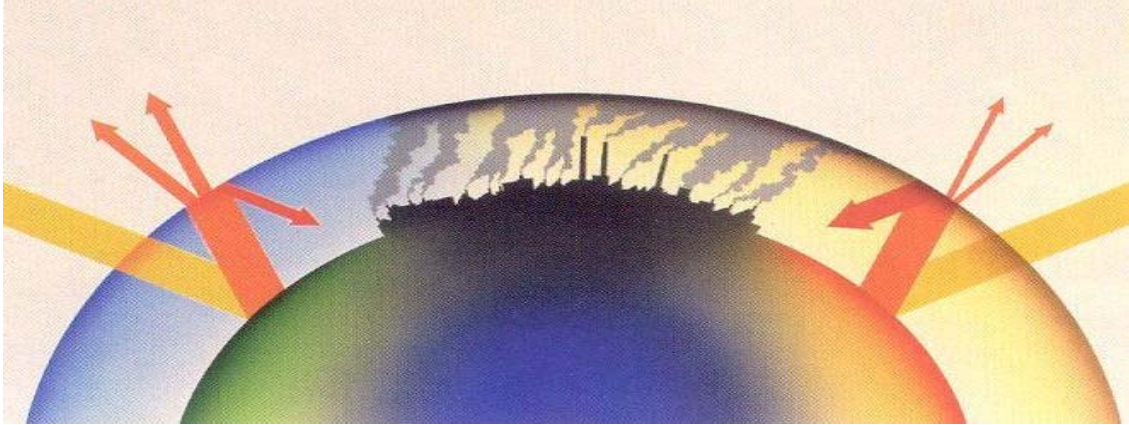
Çizelge 5. Isı Yalıtımı için Toplam Maliyet Miktarları

Malzeme Adı	Miktar	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Bedel (TL)
XPS30 5cm Isı Yalıtım Levhası	3228	m ²	6,50	20.982
Mantolama Dübeli	19368	Adet	0,08	1.549,44
Fileli Köşebent	807	Metre	1,25	1.008,75
Isı Levha Sıvası	16140	Kg	0,40	6.456
İşçilik	3228	m ²	12,00	38.736
Isı Yalıtımı Toplam Maliyeti				68.732,19

Binanın 5cm'lik XPS30 ile ısı yalıtımının yapılmasının maliyeti 68.732,19 TL olarak hesaplanmıştır. Bu tasarruf sayesinde ısı yalıtımının ilk yatırım maliyetlerini yaklaşık 3,18 yılda kendini yenileyeceği belirlenmiştir.

4.7. Yalıtımın Çevre Korunmasına Etkisi

Ülkemizde enerjinin büyük bir kısmı termik santrallerde üretilmektedir. Bilindiği üzere termik santraller üretim yaptığı her saniye atmosfere karbondioksit salınımı gerçekleştirmektedir. Günümüzde enerji üretim ve tüketim aşamasında en önemli sorun atmosfere sera gazı salınımıdır (Şekil 4). Sera gazları özellikle Karbondioksit, Metan, Diazotmonoksit, Hidroflorokarbonlar, Perflorokarbonlar ve Kükürt heksaflorid gazlarından oluşmaktadır. Genel olarak dünyada yaklaşık olarak yılda 20-30 milyar ton karbondioksit gazı çevreye salınmaktadır ve bilim dünyası küresel ısınmanın baş mimarı olarak sera gazı salınımı göstermektedir. [6]



Şekil 4. Atmosfere Atılan Sera Gazının Küresel Isınmaya Etkisi

Sera gazı salınımını azaltmanın en önemli şartı enerji verimliliğidir. İnsanlık enerjisi ne kadar verimli kullanırsa, enerji üretimi için kullanılan fosil yakıt miktarları da azalacaktır. Kapasiteleri yüksek termik santraller yerine alternatif enerji kaynaklarıyla ihtiyaçlar karşılandığında termik santrallerin kapasiteleri düşürülerek doğaya yayılan CO₂ miktarı azaltılması mümkün olabilmektedir. Bu gibi önlemler ile çevre korumasına katkı sağlanmış olacaktır. Bugün gelinen noktada küresel ısınmanın boyutu çok ciddi olmakla birlikte önlemlerin vakit kaybedilmeden alınması bilim dünyasının ortak kararıdır. Küresel ısınmanın durdurulması yolundaki en küçük detaylar bile atlanmadan çalışmalar aralıksız yapılmalıdır. Örneğin enerji verimliliği, yalıtım, temiz enerji kaynakları kullanımı, yapay parlak beyaz bulut üreterek atmosferde ışınım perdesi oluşturmak gibi çözüm önerileri mevcuttur.

Araştırma kapsamında göz önüne alınan binanın yalıtımsız halde ısıtma için yıllık tükettiği enerji miktarı Q_{yıl}= 210.958 kWh olarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı halde yıllık ısıtma için tükettiği enerji miktarı Q_{yıl}= 112.182 kWh olarak hesaplanmıştır. Enerjiyi temin etmek için termik santralde kullanılacak yakıt doğalgaz olacak şekilde düşünülür ise 98.776 kWh 'lık enerji tasarrufu sonucu ithal yakıt olan

doğalgaz yıllık kullanımının 24.429m³'ten 12.991m³'e azaltılması söz konusu olmaktadır. Bunun neticesinde Çizelge 6'da görüldüğü gibi atmosfere atılması muhtemel sera gazı salınım miktarı da yılda 152ton'dan 81ton'a düşürülmesi neticesinde binada ısı yalıtımı yaparak yılda 71ton CO₂ gazının atmosfere salınmasının önüne geçilmesi mümkün olmaktadır. Böylelikle Çizelge 6'da gösterildiği gibi binanın yalıtımlı durumda ısıtılması halinde karbondioksit salınım oranını %46,7 azalmış olmaktadır.

Çizelge 6. Bina Elektrığının Üretimi İçin Santralde Doğalgaz Tüketim ve Emisyon Değerleri

Bina Durumu	Isıtma Enerjisi İhtiyacı (kWh)/yıl	Doğalgaz (m ³ /yıl)	Salınan CO ₂ (Ton/yıl)
Yalıtımsız Durumda	210.958	24429	152
Yalıtımlı Durumda	112182	12991	81

Göz önüne alınan binanın elektrıği kömürle çalışan bir santralde üretiliyor olması durumunda;

1kg linyit kömür 4000 kcal enerjiye sahip olduğundan 1 kWh elektrik için 0,517 kg kömür yanması gerekmektedir. Binanın yalıtımsız halde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 210.958kWh olduğundan yıllık tüketilen kömür miktarı 210958 x 0,517/0.45 (santral verimi) => 242.367kg => yaklaşık 250 bin ton linyit kömürdür. Yalıtımlı durumda ise bu değer 128.28 ton'a düşmektedir. Bunun neticesinde atmosfere atılan gazlardan SO₂ miktarı yılda 115ton'dan 61.3ton'a düşerken bu değer CO₂ emisyonları için yılda 5784ton'dan 3065'ton' düşmektedir. Böylelikle atmosfere atılan SO₂ emisyonlarında %46,69 oranında bir azalma olur iken CO₂ emisyonlarında da %46,21 azalma meydana gelmektedir.

Çizelge 7. Bina Elektrığının Üretimi İçin Santralde Kömür Tüketim ve Emisyon Değerleri

Binanın Elektrıği İçin Tüketilen Kömür Miktarı				
Bina Durum	Elektrik Gücü kWh	Kömür Tüketim Miktarı ton /yıl	SO ₂ (ton/yıl)	CO ₂ (ton/yıl)
Yalıtımsız	210958	242	115	5784
Yalıtımlı	112182	128,26	61,3	3065

Çizelge 8. Kömürle Çalışan Termik Santral İçin Tüketim ve Emisyon Değerleri

Kömürle Çalışan Termik Santral			
Elektrik Gücü (MW)	Kömür Tüketim Miktarı ton/yıl	SO ₂ (ton/yıl)	CO ₂ (ton/yıl)
1000	2,5 milyon	120.000	6.000.000

Çizelge 7 ve 8 'de görüldüğü gibi kömürle elektrik üretimi yapmak çevre açısından sera gazı salınım değerlerinin çok yüksek olmasından dolayı sakıncalı olmaktadır. Doğalgaz ile elektrik üretimi yapmak ithal yakıt kullanıldığından çok masraflı ve kömüre göre sera gazı salınım değeri çok az olsa da çevreye zarar vermektedir. Bu durumda yapılması gereken en iyi işlem enerjinin verimli kullanılıp, alternatif enerji sistemlerine yönelmektir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binası, birinci derece gün bölgesinde etrafı açık rüzgar ve güneş alan 2303m² lik alana kurulmuş üniversite yönetim binası olup brüt hacmi 21665,6m³'dür. Ayrıca, binanın %60'ından fazlası cam kaplama olup güneşe bakan 243m², kuzeye

bakan 243m², doğuya bakan 546m², batıya bakan 610m² olup toplam ısı cam alanı 1642m² olup iki cam arası 12mm hava boşlukludur.

MKÜ Mühendislik Fakültesi binasının önce yalıtımsız olarak enerji performansı ısıtma için yıllık $Q_{yıl} = 210.958$ kWh'lik enerji harcanmaktadır. Binanın özgül ısı kaybı 13663,1 W/K'dir. Bina yalıtımsız halde $Q = Q_{yıl}/V_{brüt} = 9,74$ kWh/m³ hacim başına düşen ısıtma enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Binanın yalıtımlı durumda enerji performansında ısı yalıtım malzemesi olarak 5cm'lik XPS30 sıkıştırılmış köpük kullanılmıştır. Bina yalıtımlı halde ısıtma için yıllık $Q_{yıl} = 112.182$ kWh enerji harcanmaktadır ve binanın özgül ısı kaybı 9312,07 W/K dir. Binanın hacim başına düşen ısı kaybı $Q = Q_{yıl}/V_{brüt} = 5,18$ kWh/m³ olup $Q = 6,85$ kWh/m³ değerinden küçük çıkmıştır. Binanın %60'ından fazla olan cam kaplama miktarının yarı yarıya indirilmesi sonucu toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı % 17,3 artmıştır. Cam kaplama miktarının azalması sonucu solar kazançlarda da bir azalma meydana geldiğinden, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında da bir artış meydana gelmiştir. Göz önüne alınan binanın kışın ısıtma sezonu için binanın cam kaplama olmasının birinci derece gün bölgesi için bir avantaj olduğu ortaya çıkmıştır. Mevcut yalıtım malzemesi olarak kullanılan XPS30 yerine cam yünü kullanıldığında ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı %25,6 artış göstermiştir. Ancak mevcut binanın 3. ve 4. Bölgede yapılan hesaplamalarında, ısıtma enerjisi ihtiyaçları standardın belirlediği maksimum değer üstünde çıktığından dolayı, TS 825 standartlarına uygun olmadığı sonucu bulunmuştur. Binanın ısı yalıtım maliyeti 63.956,20 TL olarak hesaplanmıştır. Binanın sadece yalıtım yapılarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacındaki azalma ile tasarruf edilen miktar 21.632,00 TL'dir. Bu durumda yaklaşık ısı yalıtımı sadece ısıtma açısından baktığımızda 3,18 yılda kendini yenileyeceği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra atmosfere atılan sera gazı emisyonları açısından incelendiğinde binanın yalıtımlı durumda ısıtılması halinde yalıtımsız duruma göre karbondioksit salınım oranını %46,7 azalmış göstermektedir. Son olarak Mustafa Kemal Üniversitesi mühendislik binası bina ısı yalıtım kurallarına uygun ve uygulanan yalıtım malzemesi, yalıtım kalınlığı, cam kaplama oranının TS 825 standardı ve mevsimsel koşullara uygun olarak yapılmış olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] PARALI, D., "Bina duvarlarında uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- [2] DİZ T., "Isı Yalıtımı İle Enerjinin Verimli Kullanılması", II. Doğalgaz ve Enerji Yönetimi Kongresi, sayı 331 pp. 208-218., Gaziantep, 2003.
- [3] BAYER, G., "Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemleri ve örnek bir projede ısı yalıtım maliyet analizi", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [4] Altınışık, K., (2006), "Isı Yalıtımı" Nobel Yayını, 1. Baskı, Yayın No:954, Ankara.
- [5] (<http://www.tedas.gov.tr>).
- [6] (<http://www.kuresel-icinma.org>)
- [7] (<http://www.bcm.org.tr>).
- [8] TS 825 - Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği

ÖZGEÇMİŞ

Onur ÖZUTKU

1987 yılı Ankara doğumludur. 2010 yılında Akdeniz Üni. Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. Mustafa Kemal Üniversitesinde 2010 yılında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. Isıtma-soğutma uygulamaları, Binalarda Enerji Performansı, Isı Transferi, Doğalgaz konularında çalışmaktadır.



Cuma KARAKUŞ

1970 yılı Adıyaman Besni doğumludur. 1992 yılında Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1997 yılında Yüksek Mühendis, 2007 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1994–2001 yılları arasında MKÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2001–2007 yılları arasında Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır 2007 yılından beri MKÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Akışkanlar Mekaniği, Isıtma-soğutma teknolojileri ve Enerji Sistemleri konularında çalışmaktadır.