

SAYDAM YALITIMLI DUVAR KURULUŞUNDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN DEPOLANMASI

Necdet ÖZBALTA¹, Türkan GÖKSAL², Lida E. Vafei³

¹ Ege Üniversitesi, Müh. Fakültesi-Makina Müh. Bölümü, Bornova/İzmir, nozbalta@bornova.ege.edu.tr

² Anadolu Üniversitesi, M.M.F., Mimarlık Bölümü, Eskişehir, tgoksal@anadolu.edu.tr

³ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova/İzmir

ÖZET

Bina dış duvarları genelde masif ve opak malzemeden üretilmekte olup, ısı yalıtımı uygulamasında taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının azaltılması amaçlanır. Isı kayıplarının minimize edilmesinde uygulanan opak yalıtım malzemesi ile ısıtma gerektiren dönemlerde güneş enerjisinden ek bir ısı kazanımı olanaklı değildir. Buna çözüm olarak dış duvar kuruluşlarında ısı yalıtım ve ışık geçirgenlik özelliği olan “saydam yalıtım” malzemesi uygulanmaya başlamıştır. Saydam yalıtım uygulaması ile enerji korunumu yanı sıra güneş enerjisinden mekanların ısıtılmasında yararlanmak, ekonomik açıdan olduğu kadar, daha az fosil yakıt tüketerek temiz ve yaşanabilir bir çevre yaratılması açısından da önemlidir.

Deneysel olarak gerçekleştirilen bu çalışmada İzmir iklim koşullarında saydam yalıtımlı ve yalın tuğla duvar kuruluşlarının ısı davranışları incelenmiştir. Duvar kuruluşu 3 cm dış sıva, 19 cm düşey boşluklu tuğla, 2 cm iç sıvadan oluşmaktadır; uygulanan saydam yalıtım ise 4 cm kalınlıktadır. Çalışmada dış ortam sıcaklığı, yatay yüzeye gelen güneş ışınımı, duvar kuruluşunun dış ve iç yüzey sıcaklıkları ile tabakalar arası sıcaklıklar sürekli olarak ölçülmüştür. Enerji depolama kapasiteleri hesaplanarak, saydam yalıtımlı duvarın iç mekan konforuna ve enerji tasarrufuna olan katkısı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Saydam yalıtım, Güneş enerjisi, Enerji tasarrufu

1. GİRİŞ

İç ve dış mekanlar arasında sınır oluşturan yapı dış duvarları, sürekli değişen iklimsel koşulların etkisi altında kalmaktadır. Bu nedenle yapı içerisinde istenen iklimsel konfor, dış duvar elemanlarının ısı depolama, ısı geçirgenlik, buhar geçirgenlik ve hava geçirimsizlik özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Bilindiği gibi, gün boyunca güneş ışınımı ve çevre sıcaklığının yapı üzerindeki etkisi sürekli değişmektedir. Bu nedenle yapının opak ve saydam elemanlarından gelen ısı kazancı, zamana bağlı olarak sürekli değişim gösterir. Yapının maksimum ısı kazancının ve zamanının saptanmasında opak ve saydam elemanlardan gelen ısı kazançları etkili olduklarından, dış duvarlar ısı kazancı hesaplarında dikkate alınması gereken en önemli elemanlardır. Dış

duvarlarda ısı kaybını azaltmak amacı ile alınması gereken önlemlerden biri duvarın ısı geçiş direncinin artırılmasıdır. Bu yapı elemanı kalınlığının büyütülmesi veya ısı iletim katsayısının küçültülmesini gerektirir. Bu nedenle masif yapı duvarlarının ısı iletim katsayısı düşük malzemeden seçilmesi ya da ısı iletim katsayısı düşük yalıtım malzemeleri ile desteklenmesi gerekir [1]. Duvarların yalıtılmasında

- enerji tüketiminin azaltılarak yakıttan tasarruf sağlanması,
- duvar iç yüzey sıcaklığının artması sonucu ısı konforun iyileştirilmesi ve
- duvar iç yüzeylerindeki yoğuşma ve küflenme sorunlarının ortadan kalkması amaçlanır.

Gerek ısı korunumu gerekse iç mekan konforunun sağlanmasında dış duvarlardan ısı kütlesi olarak yararlanabilme açısından “sönüm oranı” ve “faz kayması” değerleri önemlidir. Yalıtım değeri yüksek olan ağır ve masif yapı elemanları sistemin etkinliğini arttırdığından, malzeme seçiminde birim ağırlık önem kazanır [2]. Isıl kütle olarak çalışan iç ve dış duvarlar sıcak dönemlerde mekan sıcaklığını düzenleyici rol oynarlar. Günün sıcak saatlerinde depolanan ısının gece havanın soğuması ile tekrar iç mekana verilmesi ile konforda süreklilik sağlanır, ayrıca duvar yüzey sıcaklığının iç ortam hava sıcaklığından yüksek olması mekan konforunu olumlu etkiler.

Yapı fiziki açısından opak ısı yalıtım malzemesinin duvar dış yüzeyinde yer alması en doğru çözümdür. Opak yalıtım malzemelerinin güneş ışınım geçirgenliği olmadığı için ısı kütlesinde güneş enerjisinin depolanması olanaklı değildir. Ancak ısı iletkenliği **0,20-1,00 W/m²°C** arasında değişen saydam yalıtım malzemelerinin güneş ışınım geçirgenliği 0,70-0,95 arasında değişmektedir [3]. Bu nedenle edilgen güneş enerjisi uygulamalarında saydam yalıtım malzemelerinin kullanımı güneşten ek ısı kazancı sağlaması nedeniyle önemli avantaj sağlamaktadır.

2. SAYDAM YALITIM

Optik olarak yarı saydam olan ve “saydam yalıtım” olarak anılan gercin en önemli özelliklerinden biri, ısı yalıtımı yanı sıra güneş ışınlarını en az % 40 oranında geçirerek masif duvara iletmesidir. Yalıtım ve ışın geçirgenlik saydam yalıtım gercinin önemli iki özelliğidir. Ancak saydamlık ve yalıtım özellikleri birbiri ile ters orantılıdır. Literatürde saydam yalıtım malzemeleri için güneş ışınımı geçirgenliği (τ) ≥ 0.40 ve ısı iletkenlik $k \leq 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak kabul edilmektedir [4]. Saydam yalıtımlı duvar kuruluşlarında sistemin etkinliği yalıtım gercinin strüktürel yapısına ve düzenlenme yönüne bağlı olarak değişmektedir. Saydam yalıtım gereçleri kısa dalga ışınımı geçirmekte, uzun dalga kızılötesi ışınımı karşı ise opak davranmaktadır. Yalıtım içinden geçen kısa dalga ışınım, emici yüzey tarafından soğularak duvar kütlelerinde ısıya dönüşmekte ve masif duvar ısı kütlesi olarak çalışmaktadır (Şekil 1). Yapı kabuğunun dış yüzeyinde konumlandırılan saydam yalıtım gereçleri bu özellikleri ile, güneşten edilgen ısı enerjisi kazanımı sonucu, binalarda enerji tasarrufu sağlamaya yönelik düşük enerjili binaların inşasında uygulama alanı bulmaktadır.

Şekil 1. Kapiler strüktüre sahip saydam yalıtımın çalışma ilkesi [5]

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada kullanılan deney düzeneği iç ortam koşullarının incelendiği bir mekan, örnek duvar kurulumu, ölçüm sistemi, veri toplayıcı olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 2). İç ortam koşullarının incelendiği ve yaşam mekanını örnekleyen hacim 1,1 m × 1,2 m × 1,2 m boyutlarındadır. Bu hacmin bir yüzü örnek duvar kurulumu ile temas etmektedir. Diğer yüzeyleri ise örnek duvar kurulumun ısı davranışlarının belirlenebilmesi için cam yünü ile yalıtılmıştır.

Deneylerde Türkiye’de yaygın olarak kullanılan düşey delikli tuğla duvar kurulumu incelenmiştir. Birinci çalışmada test edilen duvar kurulumu 3 cm dış sıva, 19 cm düşey boşluklu tuğla, 2 cm iç sıva olmak üzere toplam 24 cm kalınlığa sahiptir [6]. Türkiye koşullarında saydam yalıtımın güneş kazancına katkısının deneysel olarak belirlenebilmesi için yapılan ikinci çalışmada test edilen diğer duvar kurulumu 4 mm cam, 4 cm saydam yalıtım, 3 cm dış sıva, 19 cm tuğla ve 2 cm iç sıvadan oluşmuştur [7,8]. Duvar kurulumunda kullanılan saydam yalıtım PMMA esaslı, yaklaşık 3 mm çapında dairesel kesitli olup, borucuklar duvar yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Sıydam yalıtımın atmosferik koşullardan korunması için dış yüzeyine 4 mm kalınlığında cam tabaka yerleştirilmiştir. Duvarlarda bir boyutlu ısı iletim koşullarının sağlanabilmesi için yan yüzeyleri yalıtılmıştır. Test edilen duvar kurulumlarının yüzey alanı 1,0 m × 1,0 m’dir. Güneş ışınım şiddetini ölçmek için CM-11 tipi Kipp-Zonen Piranometre, ölçülen verilerin kaydedilmesi ve işlenmesi için datalogger ve bilgisayardan oluşan sistem kullanılmıştır. Atmosferik koşullarda gerçekleştirilen deneysel çalışmada, yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımı, iç ve dış ortam sıcaklıkları, duvar yüzey ve ara yüzey sıcaklıkları sürekli olarak ölçülmüştür. Güneş ışınım etkisindeki duvarın dış yüzey sıcaklığı, duvar tabakaları arasındaki sıcaklıklar ve iç yüzey sıcaklıkları 24 saatlik zaman aralığında sürekli olarak datalogger aracılığı ile kaydedilmiştir Duvar yüzeylerinden taşınım ile ısı transferinde etkili parametrelerden biri olan iç ve dış ortam sıcaklıkları da deneylerde sürekli olarak ölçülmüştür. Güneş ışınım şiddeti ve sıcaklık ölçümleri her 70 milisaniyede alınmış ve 2 dakikalık ortalamalar olarak veri toplayıcısında kaydedilmiştir. Bilindiği gibi güneş ışınımı, dış ortam sıcaklığı, rüzgar gibi iklimsel özellikler gün boyunca periyodik değişim gösterirler [9]. Zamana bağlı bu süreçte duvar ısı davranışlarının benzerlik göstermesi için deneyler dört gün süresince devam etmiştir. Bu sürenin ilk üç günü duvar kurulumlarının dengeye gelmesi amacı ile kullanılmış olup, değerlendirmede son 24 saatlik veriler dikkate alınmıştır.

Şekil 2. Deney Düzeneginin Görünüşü

4. BULGULAR

Deneysel çalışmanın sürdürüldüğü günlerde yatay yüzey ve düşey yüzeye üzerine gelen güneş ışıını ve dış ortam sıcaklıklarının değışimi şekil 2’de görülmektedir. Yalıtımsız duvar üzerine gelen güneş ışıını $9,77 \text{ MJ/m}^2$ gün, saydam yalıtımlı duvar yüzeyine ise $9,95 \text{ MJ/m}^2$ gün olmuştur. Yalıtımlı duvarın günlük ortalama sıcaklığı $40,8 \text{ }^\circ\text{C}$, yalıtımsız duvarın ise $33 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Şekil 3a. İklimsel koşulların değışimi (Yalıtımsız duvar)

Şekil 3b. İklimsel koşulların değişimi (Saydam yalıtımlı duvar)

Yalıtımsız ve saydam yalıtımlı duvarların saatlik ortalama sıcaklıklarının değişimi Şekil 4'de görülmektedir. Yalıtımlı duvarın ortalama sıcaklığı gün boyunca yalıtımsız duvar sıcaklığından 7,80 ° C daha yüksek olmuştur. Bu fark duvar yüzeyine güneş geldiği sürede 6,49 °C'a düşerken gece saatleri süresince ortalama 8,46 °C olmuştur.

Şekil 4. Duvar kuruluşları sıcaklıklarının günlük değişimi

Yalıtımsız ve saydam yalıtımlı duvarlarda gün boyunca depolanan enerji miktarları sırasıyla Şekil 5’de görülmektedir.

Şekil 5a. Duvar kuruluşlarında depolanan enerjinin günlük değişimi(Yalıtımsız duvar)

Şekil 5b. Duvar kuruluşlarında depolanan enerjinin günlük değişimi
(Saydam yalıtımlı duvar)

Depolanan enerjinin hesaplanmasında dış sıva 3 cm, tuğla 19 cm, iç sıva ise 2 cm kalınlıkta alınmıştır. Hesaplanan duvar yüzey alanı 1.0 m × 1.0 m boyutlarındadır. Sıvanın özgül ısı 837 J/kg°C, yoğunluğu 1442 kg/m³, tuğla özgül ısı 837 J/kg°C, yoğunluğu ise 1602 kg/m³ alınmıştır.

Saydam yalıtımlı duvarda tüm gün depolanan enerji 382,25 kJ/m² gün, yalıtımsız duvarda ise 290,13 kJ /m² gün olarak bulunmuştur. Gündüz saatlerinde depolanan enerji ise yalıtımlı duvarda 2618,5 kJ /m² gün ve yalıtımsız duvarda 2323,9 kJ /m² gün olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Test Edilen Duvarlarında Depolanan Enerji Değerleri

	Depolanan enerji (MJ/m ²)		Duvar yüzeyine gelen ışınım (MJ/m ²)
	Gündüz	Tüm gün	
Yalıtımsız duvar	2,324	0,290	9,77
Yalıtımlı duvar	2,619	0,382	9,95

Sonuçlardan görüleceği gibi duvar yüzeyine güneş ışınımı geldiği sürede yalıtımlı duvarda depolanan toplam enerjinin gelen güneş ışınımına oranı 0,263, yalıtımsız duvarda ise 0,238 olmuştur. Saydam yalıtımın enerji depolama özelliğini %12,7 oranında iyileştirdiğini söyleyebiliriz. Deneyleerde kullanılan saydam yalıtımın kalınlığının az olması depolanan enerjinin duvar dış yüzeyinden kaybolmasına neden olmuştur. Sonuç olarak saydam yalıtım kullanımı duvarın gün boyunca ortalama sıcaklığını yükseltmiş ve enerji depolama kapasitesini arttırmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] M. Ragonasi, Bautechnik der Gebäudehülle – Bau und Energie, Leitfaden für Planung und Praxis, Verlag der Fachvereine Zürich, B.G. Teubner Stuttgart, 1993.
- [2] W.D. Kraus, Die Aussenwand: Eine Bauphysikalische Analyse, Karl Kramer Verlag, Stuttgart/Zürich, 1989.
- [3] Ş. Dilmaç, F. Tepehan, N. Eğrican, Saydam Yalıtım Malzemelerinin Enerji Tasarrufuna Katkıları, Energy with All Aspects in 21st. Century Symposium, İstanbul, 1994, 771-780.

[4] J. Schmid, *Transparente Warmedämmung in der Architektur, Materialien, Technologie, Anwendung*, C.F. Müller Verlag, 1995.

[5] <http://www.okalux.de>

[6] T. Göksal, N. Özbalta, *Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları*, Mühendis ve Makine, ISSN 1300-3402, Sayı 506, Mart 2002.

[7] T. Göksal, N. Özbalta, *The Importance Of Transparent Insulation Application In Energy Saving*, World Renewable Energy Congress-4, Cologne-Germany, 2002.

[8] N. Özbalta, T. Göksal, L.E. Vafaei, Saydam ve Opak Yalıtımlı Duvarların Güneş Işınımı Davranışlarının Deneysel Araştırılması, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 2002, 251-258.

[9] G. Athanassouli, *A model to the thermal transient state of an opaque wall due to solar radiation absorption*, Solar Energy, V 41, No.1, 71-80, 1988.