

Geleneksel Beton Yerine Kenevir Betonu Kullanılmasının Duvardan Isı Kaybına Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi

Yiğit Serkan ŞAHİN

Makine Mühendisliği Bölümü /Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye

(yigitserkansahin@gumushane.edu.tr)

(Geliş Tarihi: 02 Aralık 2023, Kabul Tarihi: 11 Aralık 2023)

(2nd International Conference on Frontiers in Academic Research ICFAR 2023, December 4-5, 2023)

ATIF/REFERENCE: Şahin, Y. S. (2023). Geleneksel Beton Yerine Kenevir Betonu Kullanılmasının Duvardan Isı Kaybına Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(11), 49-53.

Özet – Dünya genelindeki toplam enerji tüketimi ve yüksek karbon emisyonlarının başlıca sorumlularından biri inşaat sektörüdür. Bu sektörde kullanılan en yaygın malzeme olan çimento bazlı beton ise özellikle üretimi aşamasında yüksek karbon emisyonlarına ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Geleneksel betonun zararlı çevresel etkilerini azaltmak için yenilenebilir ve sürdürülebilir malzemeler kullanmanın önemi gün geçtikçe artmaktadır. Kenevir betonu; kenevir bitkisinin artıkları, su ve uygun bir bağlayıcının karıştırılmasıyla elde edilen biyolojik temelli, sürdürülebilir bir yapı elemanıdır. Çevresel etkilerinin yanında yüksek mukavemeti, yanma dayanımı ve düşük ısı iletkenliği gibi özellikleriyle oldukça dikkat çekicidir. Bu çalışmada bina dış duvarında geleneksel beton yerine kenevir betonu kullanılmasının ısı kayıplarına olan etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Bu amaçla yalıtımsız beton, XPS ile yalıtılmış beton ve kenevir betonundan duvar modelleri oluşturularak ANSYS v19.2 vasıtasıyla kararlı durumda analizler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde iklim verileri için 4. Derece-gün bölgesinde yer alan Gümüşhane ili seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar kenevirin ısı kayıplarını önleme bakımından ümit verici bir yapı malzemesi olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Kenevir Betonu, Isı Yalıtımı, Karbon-Negatif, Yeşil Bina, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)

I. GİRİŞ

İnşaat sektörü, gelişmiş ülkelerin toplam enerji tüketiminin ve CO₂ emisyonunun başlıca sorumlularındandır[1]. Bununla birlikte dünya karbon salınımının yaklaşık %8'lik kısmının inşaat sektöründe kullanılan en yaygın malzeme olan çimento esaslı beton kaynaklı olduğu ifade edilmektedir[2]. Devletlerin tek taraflı olarak çözüm arayacağı noktayı geçmiş olan küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunları uluslararası işbirliği çerçevesinde çözüm üretilmesi gereken bir boyuta ulaşmıştır. Gelenen noktada birçok uluslararası sözleşme ortaya çıkmakta ve devletlerin enerji ve çevre politikaları sıfır karbon odaklı olarak

yeniden şekillenmektedir[3]. Bütün bu çalışmaların ortak hedeflerinden bazıları olarak fosil kaynaklı yakıtların kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerjiye geçiş, doğal kaynakları daha verimli kullanan yeşil binaların artırılması, geri dönüştürülebilirlik ve sürdürülebilirlik sayılabilir.

Kenevir betonu; kenevir talaşı ile su ve bağlayıcı olarak da genellikle kirecin karıştırılmasıyla oluşturulan bir yapı malzemesidir[4][5]. Hurda veya geri dönüşüm malzeme ile dahi üretilmediğinden hammadde sıkıntısı bulunmamaktadır. Kenevir; yetiştirilmesinden, endüstriyel ürüne dönüştürülmesi ve kullanıldığı yerde ömrünü tamamlamasına kadar geçen sürede çevreye salınan

karbon miktarından daha fazlasını atmosferden çeken karbon-negatif olarak sınıflandırılan bir bitkidir[1],[6]. Bu özelliği ile devletlerin sıfır karbon hedeflerine ciddi katkı sunma potansiyeli taşıyan kenevir, ömrünü tamamlamasının ardından tamamen geri dönüştürülebilir olması sebebiyle de sürdürülebilirdir[7]. Buna karşın yeterli kullanım yaygınlığına erişememiş olan kenevir betonu, genellikle yeşil binalarda ve özel mimari tasarımlarda tercih edilmektedir[8], [9]. Çevresel etkilerinin yanında yüksek mukavemeti, yanma dayanımı ve düşük ısı iletkenliği gibi özellikleriyle hem duvar hem de yalıtım malzemesi olarak kullanılması mümkün olabilir[10], [11].

Literatürde farklı duvar malzemeleri ve ısı yalıtım malzemelerinin ısı geçişine etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur[12]–[17]. Buna karşın kenevir betonunun yapı malzemesi olarak kullanıldığı çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Yapılan çalışmalarda kenevir esaslı yapı malzemeleri için 0.0367-1.6 W/m.K aralığında değişen ısı iletim katsayısı değerleri rapor edilmiştir[5], [8], [11], [18]–[20]. Bununla birlikte artan nem ve sıcaklık ile ısı iletim katsayısının arttığı belirlenmiştir[21]. Özellikle karışımdaki kenevir miktarının artırılmasıyla ısı iletim katsayısının azaltılmasının mümkün olduğu ancak yoğunluğun azalmasına bağlı olarak mekanik özelliklerin olumsuz yönde değiştiği bildirilmiştir[22], [23].

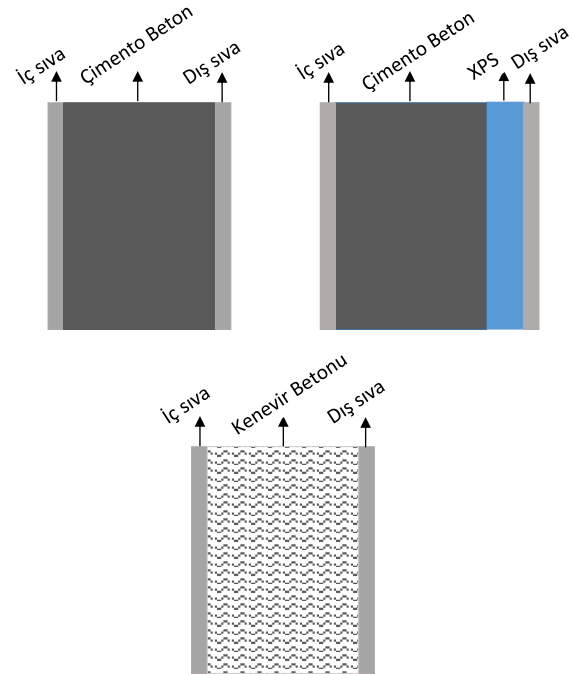
Bu çalışmada bina dış duvar malzemesi olarak geleneksel beton yerine kenevir betonu kullanılmasının ısı kayıplarına olan etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Ayrıca, duvar malzemesi olarak kenevir betonu kullanılmasının yalıtım uygulamasına olan ihtiyacı ortadan kaldırıp kaldırmayacağını incelemek de amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında yalıtımsız çimento beton duvar (ÇBD), XPS ile yalıtılmış beton duvar (YÇBD) ve kenevir betonu duvar (KBD) modelleri oluşturularak ANSYS v19.2 vasıtasıyla kararlı durumda termal analizler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan duvar modelleri Şekil 1’de paylaşılmıştır. Her üç modelde de dış ve iç sıva kalınlıkları 2 cm, beton kalınlığı ise 20 cm olarak dikkate alınmıştır. Yalıtımlı modelde XPS kalınlığı 7 cm olarak kabul edilmiştir[24].

Kenevir betonu ve kenevir katkılı yapı malzemelerinin iletim katsayıları için literatür

özetinde de paylaşıldığı üzere 0.0367 ile 1.6 W/m.K arasında geniş bir aralıkta değişen değerler bulunmaktadır. Burada yapı elemanını üretirken kullanılan bağlayıcı türü, kenevirin ne şekilde kullanıldığı(lif, talaş, toz, kırtık vs.) ve daha da önemlisi malzemelerin karışım oranı gibi faktörler ısı iletim katsayısını doğrudan etkilemektedir.



Şekil 1. Oluşturulan duvar modelleri

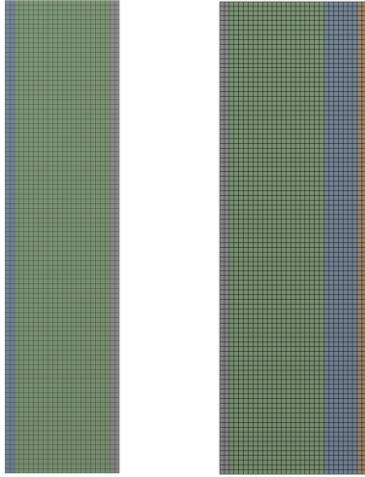
Bu çalışma için deneysel bir çalışmada dikkate alınan ve literatürdeki değerler dikkate alındığında ortalama sayılabilecek bir ısı iletim katsayısı değerinin kullanılması uygun görülmüştür[11]. Bahsedilen çalışmada kullanılan kenevir betonunun geleneksel alternatiflerine benzer mekanik özellikler gösterdiği de not edilmelidir. Duvar bileşenlerinin ısı iletim katsayıları Tablo 1’ de paylaşılmıştır[11], [25].

Tablo 1. Duvar bileşenlerinin özellikleri

Duvar Bileşeni	Isı İletim Katsayısı [W/m.K]
Dış sıva	1.6
Çimento beton	1.6
Kenevir betonu	0.095
İç sıva	1
XPS	0.035

Hesaplamalarda iç ortam sıcaklığı 20°C ve 4. Derece-gün bölgesinde yer alan Gümüşhane için Ocak ayı dış ortam sıcaklığı -5.4°C olarak alınmıştır[25]. Isı taşınım katsayıları ise iç ve dış ortam için sırasıyla 5 ve 25 W/m²K olarak kabul

edilmiştir. Duvar modelleri için oluşturulan ağ yapıları Şekil 2’de paylaşılmıştır. ÇBD ve KBD modelleri için 1065651 düğüm ve 240000 eleman, YÇBD modeli için ise 1380266 düğüm ve 310000 eleman sayısı belirlenmiş olup kare ağ yapısı kullanılmıştır.



Şekil 2. Oluşturulan ağ yapıları

Isı geçişi yüzey alanı 1m x 1m olacak şekilde modellenmiştir. İç ve dış ortamlarla temas eden yüzeylerin dışında kalan tüm yüzeyler çok iyi yalıtılmış olarak kabul edilmiş, dolayısıyla ilgili yüzeylerden herhangi bir ısı kaybının olmadığı varsayılmıştır.

Bir duvarın birim alandan olan ısı kaybı Eşitlik 1 deki gibi ifade edilebilir.

$$\dot{q} = U \Delta T \quad (1)$$

Burada U, ısıl geçirgenlik katsayısıdır ve Eşitlik 2’deki gibi ifade edilir.

$$U = \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_y} \quad (2)$$

Bu denklemde R_i , iç yüzeyin; R_0 , dış yüzeyin; R_d , yalıtımsız katmanların; R_y ise yalıtım malzemesinin ısıl dirençleridir.

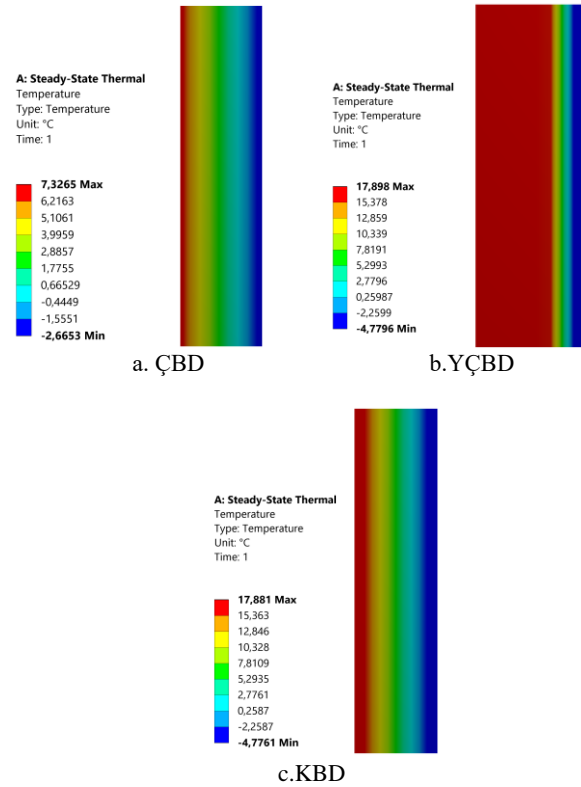
III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Analizi gerçekleştirilen duvar modelleri için elde edilen sıcaklık dağılımları ve sıcaklık ölççeği Şekil 3’te verilmiştir.

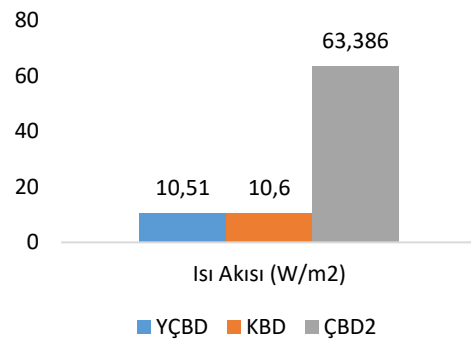
Sıcaklık dağılımları incelendiğinde YÇBD ve KBD için elde edilen iç ve dış yüzey sıcaklık değerlerinin oldukça yakın olduğu bununla birlikte ÇBD için elde edilen sıcaklık değerlerinin ise açık ara daha düşük olduğu belirlenmiştir. YÇBD için ortaya çıkan sıcaklık dağılımı; yalıtım işleminin oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. KBD ise

herhangi bir ilave yalıtıma ihtiyaç duymaksızın düşük ısı iletim katsayısı sayesinde benzer yüzey sıcaklığı değerleri sağlamıştır.

Termal analizi gerçekleştirilen duvar modelleri için ısı kayıpları Şekil 4’te gösterilmiştir. Isı akısı değerleri ÇBD için 63.368 W/m², YÇBD için 10.51 W/m², KBD için ise 10.6 W/m² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Duvar modelleri için elde edilen sıcaklık dağılımları



Şekil 4. Farklı duvar modelleri için ısı kayıpları

Elde edilen sonuçlara göre yapı malzemesi olarak kenevir betonu kullanılması durumunda yalıtımlı bir duvar ile benzer ısı kayıp değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, gerçek bir uygulamada kenevir betonunun iletim katsayısını arttırabilecek nem tutma vb. durumların önüne

geçildiğinde ısııl açıdan oldukça başarılı bir yapı malzemesi olma potansiyeli barındırdığını göstermektedir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada bina dış duvarında geleneksel beton yerine kenevir betonu kullanılmasının ısı kayıplarına olan etkisi ANSYS v19.2 aracılığıyla sayısal olarak incelenmiştir. Gerçekleştirilen analizler neticesinde en yüksek ısı kaybının ve en düşük duvar yüzey sıcaklıklarının yalıtımsız çimento beton duvar için elde edildiği görülmüştür. XPS ile yalıtılmış beton duvar ile kenevir betonunun kullanıldığı duvar modellerinin ise birbirlerine oldukça yakın değerler verdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, incelemeye esas alınan koşullar çerçevesinde duvar malzemesi olarak kenevir betonu kullanılmasının duvardan olan ısı kaybını ciddi şekilde azalttığı ve bu amaçla kullanılabilir ümit verici bir yapı malzemesi olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Barbhuiya and B. Bhusan Das, "A comprehensive review on the use of hemp in concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 341, no. April, p. 127857, 2022.
- [2] J. Lehne and F. Preston, "Making Concrete Change Innovation in Low-carbon Cement and Concrete," *Chatham House Rep.*, pp. 1–122, 2018.
- [3] M. P. Laurenzi, *Building Energy Efficiency: Why Green Buildings Are Key to Asia's Future*. 2007.
- [4] M. Şahin, "Endüstriyel Kenevir Sapı Atığının Farklı Bağlayıcılar ile Kenevir Betonu Üretiminde Değerlendirilmesi," *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Derg.*, vol. 10, no. 1, pp. 233–243, 2022.
- [5] R. Walker and S. Pavia, "Moisture transfer and thermal properties of hemp-lime concretes," *Constr. Build. Mater.*, vol. 64, pp. 270–276, 2014.
- [6] M. Dlimi, R. Agounoun, I. Kadiri, R. Saadani, and M. Rahmoune, "Thermal performance assessment of double hollow brick walls filled with hemp concrete insulation material through computational fluid dynamics analysis and dynamic thermal simulations," *e-Prime - Adv. Electr. Eng. Electron. Energy*, vol. 3, no. February, p. 100124, 2023.
- [7] S. D. Kore and J. S. Sudarsan, "Hemp Concrete: A Sustainable Green Material for Conventional Concrete," *J. Build. Mater. Sci.*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2021.
- [8] T. Jami, S. R. Karade, and L. P. Singh, "A review of the properties of hemp concrete for green building applications," *J. Clean. Prod.*, vol. 239, p. 117852, 2019.
- [9] T. Jami, S. R. Karade, and L. P. Singh, "Hemp Concrete - A Traditional and Novel Green Building Material," *Proc. Int. Conf. Adv. Constr. Mater. Struct. 2018*, pp. 1–8, 2018.
- [10] S. T. Nguyen, A. D. Tran-Le, M. N. Vu, Q. D. To, O. Douzane, and T. Langlet, "Modeling thermal conductivity of hemp insulation material: A multi-scale homogenization approach," *Build. Environ.*, vol. 107, pp. 127–134, 2016.
- [11] G. Costantine, C. Maalouf, T. Moussa, and G. Polidori, "Experimental and numerical investigations of thermal performance of a Hemp Lime external building insulation," *Build. Environ.*, vol. 131, no. September 2017, pp. 140–153, 2018.
- [12] K. Geliş and F. Yeşildal, "Klasik ve Modern Yapı Elemanları Kullanılması Durumunda Isı İletim Katsayısının Değişimi İle Minimum Yalıtım Kalınlığının Tayini," *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, vol. 10, pp. 869–877, 2020.
- [13] M. Özel and F. A. Çakmak, "Farklı Yönlendirmeli Bina Dış Duvarlarında Faz Değiştiren Malzeme Kullanımının Isı Kazancına Etkisinin Araştırılması Investigation Of The Effect Of Using Phase Change Materials On Heat Gain At Building Walls With Different Orientations," vol. 35, no. 1, pp. 413–424, 2023.
- [14] M. Kan and M. Koru, "Farklı Duvar Modellerinde Isı Yalıtımının Etkisinin İncelenmesi," *ALKÜ Fen Bilim. Derg.*, vol. 4, no. 3, pp. 110–119, 2022.
- [15] M. D. Aydın Kocagül, "Isı Yalıtımında Kullanılan Eps , Xps Ve Taş Yünü İzolasyon Malzemelerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması Experimental Comparison Of Eps , Xps And Stone Wool Insulation Material Used In Heat Insulation," vol. 31, no. 1, pp. 129–136, 2019.
- [16] S. A. Özer, Nazife ; Özgünler, "Yapılarda Yaygın Kullanılan Isı Yalıtım Malzemelerinin Performans Özelliklerinin Duvar Kesitleri Üzerinde Değerlendirilmesi," *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Derg.*, vol. 24, no. 2, pp. 25–48, 2019.
- [17] S. Schiavoni, F. D'Alessandro, F. Bianchi, and F. Asdrubali, "Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 62, pp. 988–1011, 2016.
- [18] A. Kremensas, R. Stapulioniene, S. Vaitkus, and A. Kairyte, "Investigations on Physical-mechanical Properties of Effective Thermal Insulation Materials from Fibrous Hemp," *Procedia Eng.*, vol. 172, pp. 586–594, 2017.
- [19] L. Arnaud, B. Boyeux, and Y. Hustache, "Hemp and the construction industry.," in *Hemp: industrial production and uses*, UK: CABI, 2013, pp. 239–259.
- [20] E. Sassoni, S. Manzi, A. Motori, M. Montecchi, and M. Canti, "Novel sustainable hemp-based composites for application in the building industry: Physical, thermal and mechanical characterization," *Energy Build.*, vol. 77, pp. 219–226, 2014.
- [21] D. Lelievre, T. Colinart, and P. Glouannec, "Hygrothermal behavior of bio-based building materials including hysteresis effects: Experimental and numerical analyses," *Energy Build.*, vol. 84, pp. 617–627, 2014.
- [22] J. Williams, M. Lawrence, and P. Walker, "A method for the assessment of the internal structure of bio-aggregate concretes," *Constr. Build. Mater.*, vol. 116, pp. 45–51, 2016.
- [23] G. Delannoy *et al.*, "Aging of hemp shiv used for concrete," *Mater. Des.*, vol. 160, pp. 752–762, 2018.
- [24] B. Şahin, "Gümüşhane İli Kamu Binalarındaki Isı

Yalıtımı Uygulamalarının İncelenmesi,” *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, vol. 9, pp. 526–535, 2019.

- [25] Turkish Standarts Institution, “Thermal insulation requirements for buildings,” *Turkish Stand. Institution, Ankara*, vol. ICS 91.120, pp. 1–80, 2008.