

Dış Ortam Sıcaklığının Değişimine Bağlı Olarak Isı Köprülerindeki Isı Transferinin Sayısal Olarak İncelenmesi

Koray KARABULUT^{*1}, Ertan BUYRUK² ve Ahmet FERTELLİ²

¹ Cumhuriyet Üniversitesi, Teknik Eğt. Fakültesi, Makine Eğt. Bölümü, Sivas

² Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Makine Müh. Bölümü, Sivas

Özet

Bu çalışmada, betonarme taşıyıcı sistemlerdeki kirişlerin oluşturduğu ısı köprülerinin ısı transferi yapıları için farklı şekillerde yalıtımlı balkon uzantılı ve sandviç yalıtımlı ara kat döşemeleri için sayısal olarak incelenmiştir. Bütün modeller için sıcaklık ve ısı akısı konturları, 5 cm yalıtım kalınlığı için -30 °C, 0 °C ve 30 °C dış ortam sıcaklığı durumunda elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bütün yapı modellerinde en fazla ısı transferi miktarının, kiriş bölgesinde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte; sandviç yalıtımlı ara kat kirişli ısı köprüsünün kiriş dış yüzeyinde, -30 °C dış ortam sıcaklığında ısı transferi miktarının 0 °C' ye göre % 58 daha fazla olduğu belirlenmiştir. En uygun yalıtım modelinin bütün dış ortam sıcaklıklarında duvar yalıtımına ek olarak kiriş yüzeyinin de yalıtıldığı durum olduğu ve böylece ısı köprüsü etkisinin azaldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı köprüsü, Isı yalıtımı, Fluent, Enerji tasarrufu

Numerical Investigation of Heat Transfer for Thermal Bridges According to Change of Outside Environment Temperature

Abstract

In the present study, heat transfer structures were investigated numerically for thermal bridges formed by beams for balcony extension floors in different ways insulated from inside and with sandwich wall insulated normal story floors of reinforced concrete structure systems. Temperature and heat flux contours were obtained for all models with 5 cm insulation thickness in the cases of -30 °C, 0 °C and 30 °C outside environment temperatures. Results showed that high heat transfer rates were obtained in the region of thermal bridges for all building models. However according to 0 °C outside environment temperature, heat transfer rate was obtained to be high about 58 % at -30 °C on beam outside surface for normal story floors with sandwich insulated. The most appropriate insulation model was also beam surface insulation case in addition to wall insulation at every outside environment temperature and so it was obviously determined that effect of thermal bridge decreased.

Key words: Thermal bridge, Insulation, Fluent, Energy saving

* Yazışmaların yapılacağı yazar: Ahmet Fertelli, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas/Türkiye. afertelli2@gmail.com

1. GİRİŞ

Isı köprüleri, binanın ısıl direncinin önemli bir şekilde değiştiği (örneğin: çatı, zemin ve tavanların duvarlarla birleşimleri veya köşe, pencere veya kapı açıklıkları gibi diğer yapı detayları) ve bunun sonucunda çok boyutlu ısı akımının meydana geldiği bölgelerdir [1]. Bu bölgeler, bina yapı kabuğunda kış aylarında ısı kaybını ve yaz aylarında ısı kazancını artırması ile önemli bir etkiye sahiptir. Yapılan farklı çalışmalar, ısı köprülerinin duvar ve çatı birleşimlerinin ısı dirençlerini önemli miktarda azalttıklarını göstermiştir. Deney çalışmalarından elde edilen bilgiye dayanarak, bir boyutlu ısı akısı varsayımları belirli bir bina için toplam ısı kaybı katsayısının % 10-40 oranında daha az bulunmasına sebep olmaktadır [2].

Isı köprülerinin ısıl durumu hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalardan bir tanesinde, bir boyutlu analizleri kullanarak hesaplanan değerlerle, ölçülen değerler arasındaki farkı ve iç yüzey sıcaklığı üzerinde yalıtım tabakasının boyut ve konumunun etkisini incelemişlerdir [3]. Larbi tarafından iki boyutlu ısı köprülerinin ısıl iletiminin istatistiksel modelleri incelenmiştir [4]. Ayrıca Isı köprülerinin ek ısı kayıpları için üç boyutlu ısı transferi modeli geliştirilmiştir. Duvardan olan kayıplar için, bu teknikle geleneksel bir boyutlu modelin birleştirilmesi büyük miktardaki zaman simülasyonlarının azaltması için uygulanabilir olduğu görülmüştür [5]. Karabulut ısı köprüleri hakkında bilgi vererek, girişlerden oluşan ısı köprüleri üzerinde farklı geometrilerin, ortam sıcaklığının ve yalıtım kalınlığının sıcaklık dağılımına etkisini incelemiş ve iç ve dış yüzey sıcaklık ve ısı akılarının değişimini kıyaslamıştır [6]. Yalıtımın konumunun ve kalınlığının değiştirilmesinin iki boyutlu ısı köprülerinde ısı kaybı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır [7]. Dıştan ve sandviç yalıtımlı balkon uzantılarının ve içten yalıtımlı ara kat döşemeleri için girişlerden oluşan ısı köprülerinin binanın ısıl performansı üzerindeki etkisini sayısal olarak incelemişlerdir [8]. Karabulut ve Buyruk, bölgesel yalıtımlı girişlerden ve kolonlardan oluşan ısı köprülerinin ısı transferi yapılarını iki boyutlu olarak incelemişlerdir [9].

Gelişen ekonomiyle birlikte enerji ihtiyaçlarının artması ve enerjinin verimli kullanılmaması sonucunda; hava kirliliği artmaktadır. Hava kirliliğindeki bu artış kendisini küresel ısınma ve iklim değişikliği şeklinde göstermektedir. Yaşamımızın büyük bir kısmını geçirdiğimiz yapılarda ısı köprüleri, kış mevsiminde ısı kayıplarını ve yaz mevsiminde ise ısı kazançlarını artırması ile hem yapı içi konfor şartlarını olumsuz yönde etkilemesi hem de enerji sarfiyatını artırarak küresel ısınmaya katkıda bulunması ile önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle ısı köprülerinin yalıtımına kış aylarının yoğun olarak yaşandığı bölgelerin yanı sıra yaz aylarının hakim olduğu bölgelerde de önem verilmelidir.

Bu çalışmada, yalıtımın ve ısı köprülerinin önemi vurgulanmış ve farklı geometrilerde ısı köprüsü etkisinin görüldüğü bölgeler 5 cm yalıtım kalınlığı için Fluent paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Sıcaklık konturları, ısı akısı, bölgesel sıcaklıklar, dış ve iç ısı akısı ve sıcaklık değişimleri sandviç yalıtımlı ara kat kirişli döşemeler ve içten farklı şekillerde yalıtımlı balkon uzantılı ara kat döşemelerinden oluşan ısı köprüleri için hesaplanmıştır.

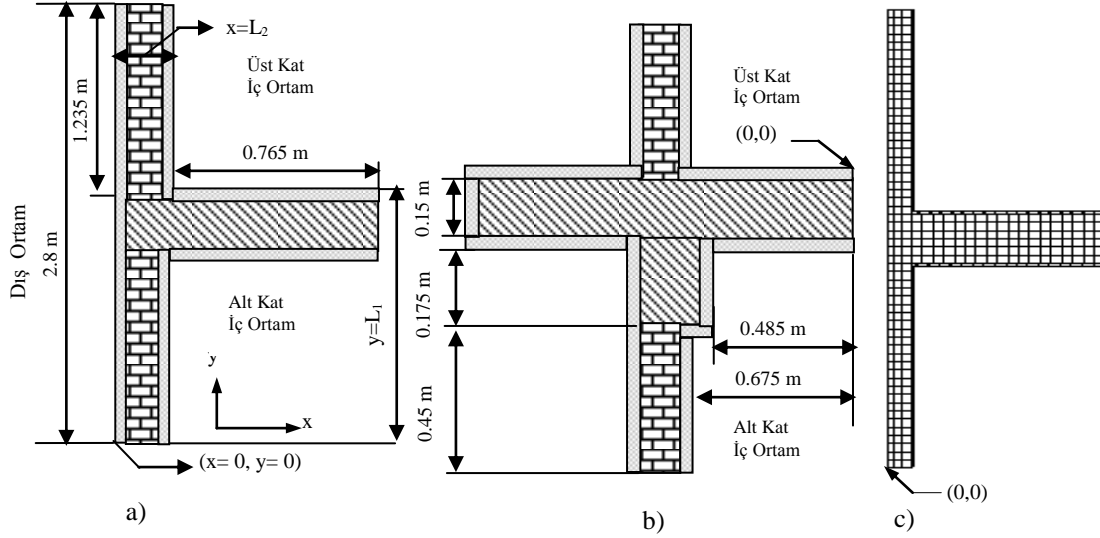
2. MODEL VE SAYISAL YÖNTEM

Analizlerde genellikle binalarda bulunan başlıca iki tip ısı köprüsü modeli kullanılmıştır: ara kat ve balkon uzantılı döşemeli ısı köprüsü modeli (Şekil 1a ve Şekil 1b). Ara kat döşemesi için ısı yalıtım malzemesi, çift duvar arası (sandviç yalıtım) ve dıştan giriş önü yalıtım yapılarak uygulanırken, balkon uzantısı için içten olmak üzere duvar ve giriş yüzeyine farklı şekillerde yalıtım yapılarak uygulanmıştır. Bununla birlikte, bütün modellerde kullanılan yalıtım kalınlığı 5 cm'dir.

Tüm analizler için kullanılan yapı malzemelerinin kalınlıkları ve ısıl özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir ve modellerdeki yalıtımlı duvar şekilleri yapılaraya uygulanabilme özelliği taşımaktadır. Isı köprüsü analizlerini çözmek için sonlu hacim yöntemi (FLUENT programı) kullanılmıştır. Sonlu hacim yöntemi, sonucu bulmak için geometriyi çözümlenecek parçalara bölmek ve sonra problemin genel bir sonucunu bulmak için bu sonuçları birleştirmek esasına dayanır. Bu yöntem, ısı akısı denklemlerini sayısal

olarak çözülebilen cebirsel denklemlere dönüştürmek için kontrol hacmi esaslı bir teknik kullanır. Diğer bir ifadeyle bu yöntem her bir kontrol hacmi için ısı akısı denklemlerinin entegrasyonunu almayı esas alır. Bu entegrasyon

sonucu, her bir kontrol hacmini temsil eden denklemlerin çözülmesini sağlar. Model simülasyonları için toplamda 8000 ile 9000 arasında elemandan oluşan dikdörtgenel ağ yapısı kullanılmıştır (Şekil 1c).



Şekil 1. a) Ara kat, b) balkon uzantı döşemesi için modeller ve c) ağ yapısı

Bu çalışma belirtilen kabuller altında yapılmıştır: (i) ısı üretimi yok (ii) sabit ısıl özellikler (iii) tabakalar arasında ısıl temasın tam olduğu (iv) dış ve iç yüzeyde sabit ısı taşınım katsayısı. Sınır şartları ise aşağıdaki şekilde verilmiştir.

a) İç taban yüzey ($y=L_1$):

$$h_i(T_{y=L_1} - T_i) = k_n \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=L_1} \quad (1)$$

b) İç duvar yüzey ($x=L_2$):

$$h_i(T_{x=L_2} - T_i) = k_n \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=L_2} \quad (2)$$

h_i , iç ortam ısı taşınım katsayısı, T_i iç ortam sıcaklığıdır.

c) Dış yüzey ($x=0$):

$$k_1 \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = h_o(T_o - T_{x=0}) \quad (3)$$

h_o , dış ortam ısı taşınım katsayısı, T_o ise dış ortam sıcaklığıdır.

Bütün analizlerde, dış ortam sıcaklıkları ve ısı taşınım katsayısı sırasıyla -30°C , 0°C , 30°C ve $25 \text{ W/m}^2\text{K}$, iç ortam sıcaklığı ve ısı taşınım katsayısı ise sırasıyla 20°C ve $8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak alınmıştır [10].

Tablo 1. Yapı malzemelerinin özellikleri [11]

Yapı malzemesi	Isı İletim	
	Katsayısı (W/mK)	Kalınlık (m)
Beton	2.1	0.3
Isı yalıtım malzemesi	0.026	0.05
Tuğla duvar	0.45	0.085
İç sıva	0.87	0.015
Dış sıva	1.4	0.025

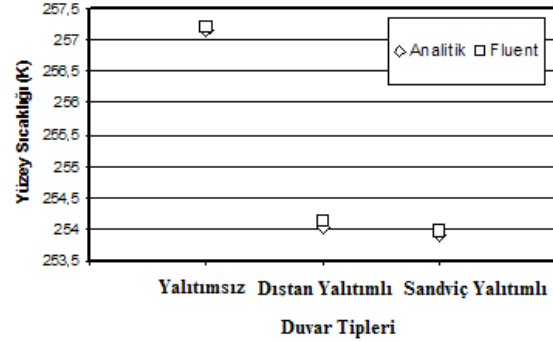
A, B, C, F, G, H ve I analizi yapılmış modellerin kısaltılmış isimleridir ve

- A- yalıtımsız,
- B- sandviç yalıtımlı,
- C- sandviç ve giriş önü yalıtımlı ara kat kirişli normal döşemeyi,
- F- yalıtımsız,
- G- yalnızca giriş önü alt kat içten yalıtımlı,
- H- üst kat duvar, alt kat giriş önü ve duvar içten yalıtımlı,
- I- üst kat içten, alt kat giriş önü ve duvar içten yalıtımlı balkon uzantılı ara kat döşemeyi temsil etmektedir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Üç farklı düzlem duvarın dış yüzeyleri için elde edilen bir boyutlu analitik sonuçlarla (yalıtımsız, dıştan yalıtımlı, sandviç yalıtımlı), Fluent programından elde edilen iki boyutlu ısı iletim denkleminin çözümlenmesi ile bulunan sayısal sonuçlar, kıyaslamak için karşılaştırılmıştır. Şekil 2'de de görüldüğü gibi analitik ve nümerik sonuçların oldukça yakın ve paralel olduğu görülmüştür.

Her bir yapı modeli için sıcaklık dağılımı konturları ve ısı akısı vektörleri gösterilmiştir. Buna ilaveten farklı yapı modellerinde, yapının dış ve iç yüzeylerindeki sıcaklık ve ısı akısı değişimleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Ara kat döşemeli modellerde, dış yüzeyle ilgili grafiklerde başlangıç noktası (0,0), düşey eksen boyunca aşağıdan başlamakta ve uzaklık "y" eksenini boyunca yukarı doğru artmaktadır. Balkon uzantılı ara kat döşemeli modellerde, üst kat iç yüzeyle ilgili grafiklerde sıfır noktası üst katın giriş iç yüzeyinden başlamakta ve uzaklık "x" eksenini boyunca sola doğru, "y" eksenini boyunca yukarı doğru artmaktadır. Grafiklerde, iç ve dış yüzeyde ölçüm alınan noktalar yalıtımsız yapı modeli üzerine eklenmiş ve grafik üzerinde okla gösterilmiştir.



Şekil 2. Üç farklı düzlem duvar için analitik ve nümerik sonuçların karşılaştırılması

İncelenen bütün modellerde yalıtım kalınlığı 5 cm olarak seçilmiştir. Ara kat döşemesinde, yalıtımın sandviç ve giriş önü uygulanması durumunda, balkon uzantılı ara kat döşemesinde yalıtımın içten uygulanması durumunda yalıtımın yerleri değiştirilerek elde edilen farklı geometrilerden oluşan ısı köprüsü modellerinde sıcaklık dağılımları elde edilmiştir. Dış yüzeyde ve üst kat iç yüzeyde dış ortam sıcaklığının değişimine bağlı olarak sıcaklık ve ısı akısı değişimleri grafiksel olarak incelenmiştir.

Şekil 3b,c ve d' de sandviç yalıtımlı ara kat kirişli ısı köprüsü için sırasıyla -30 °C, 0 °C ve 30 °C yalıtım durumunda sıcaklık dağılımı konturları ve ısı akısı vektörleri gösterilmektedir. Şekil 3a' da ise yapı modelleri gösterilmektedir. Yalıtımsız durumla karşılaştırıldığında sandviç yalıtım durumunda duvar yüzey sıcaklığı artmaktadır. Ancak sıcaklık dağılımından da görüldüğü gibi giriş kısmında dış ortama doğru ilerledikçe yüksek ısı akımları nedeniyle ısı akısı vektörlerinin yoğunluğu artmakta ve bu kısmın sıcaklığı azalmaktadır. C durumunda giriş önüne uygulanan yalıtımla (Şekil 3b ve 3c), dış yüzeyde giriş kısmında ısı akısı vektörlerinin yoğunluğunun ve şiddetinin azaldığı gözlenmektedir. Fakat duvarlar ile yalıtım arasındaki ısı kayıpları, sıcaklık dağılımının bozulmasına neden olarak bu kısımlarda ısı köprüsü etkisinin görülmesine neden olmaktadır. Dış ortam sıcaklığının azalması, ısı köprüsü yoluyla iç ortamdan ısı kayıplarının artması şeklinde kendini göstermektedir. Şekil 3d' de giriş önü yalıtımsız B durumunda giriş kısmında dış ortamdan iç ortama olan ısı akısı

vektörlerinin yoğunluğu kiriş önü yalıtımlı C durumuna göre daha fazladır ve bu nedenle bu kısmın sıcaklığı artmaktadır.

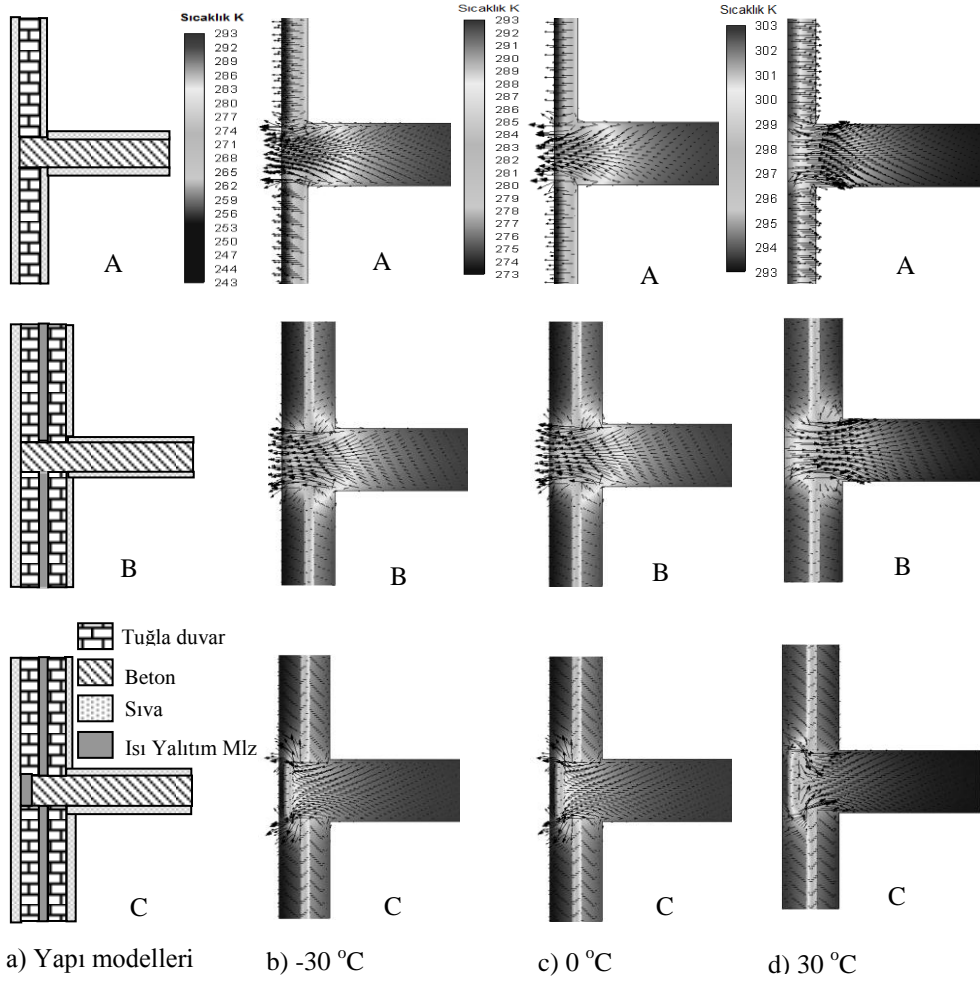
Şekil 4'de A, B ve C durumları için farklı dış ortam sıcaklıklarındaki dış yüzey sıcaklık değişimleri görülmektedir. Şekil 4a' da B durumunda duvar yüzey sıcaklığı 243,86 K iken, kiriş kısmında 250 K değerini aşmaktadır. C durumunda kiriş önünün yalıtımlı olmasının sonucu olarak bu kısmın sıcaklığı 243,89 K' e kadar azalmaktadır. Şekil 4b' de A durumunda, dış duvar yüzey sıcaklığı 275,2 K iken B ve C durumları için 273,34 K olmaktadır. Aynı modeller için (B ve C) kiriş yüzeyinin sıcaklığı sırasıyla 276 K ve 273,35 K değerindeyken yalıtımsız A durumunda 277 K' dir. Yalnızca C durumunda kirişin alt ve üst kısmından olan ısı kayıpları ile sıcaklık değeri bu kısımlarda 274 K' e çıkmaktadır. Şekil 4c' de görüldüğü gibi B ve C durumları için duvar yüzey sıcaklık artışı yaklaşık 1 K' dir. Yalıtımsız B durumunda kiriş yüzeyindeki sıcaklık 301,4 K iken kiriş önü yalıtımlı C durumunda 302,82 K değerine çıkmaktadır. Sıcaklık değerindeki artma, iç ortama olan ısı geçişinin azalmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 5' de sandviç yalıtımlı ara kat döşemeli ısı köprüsü için dış yüzey ısı akısı değişimleri görülmektedir. Şekil 5a' da A durumuyla karşılaştırıldığında, duvar yüzeyindeki ısı akısı değeri B durumunda 108 W/m² değerinde azalmakta iken bu azalma kiriş kısmında 50 W/m²' dir. C durumunda uygulanan yalıtım şekliyle bu kısımda daha düşük ısı akısı değeri elde edilmektedir. Şekil 5b ile Şekil 5a' daki A durumları karşılaştırıldığında dış ve iç ortamlar arası sıcaklık farkının azalması nedeniyle Şekil 5b' deki durum için ısı köprüsü etkisi daha azdır. B durumu için de kiriş yüzeyindeki ısı akısı miktarı -30 °C' ye göre 0 °C dış ortam sıcaklığında % 40 oranında azalmaktadır. C durumunda ise kiriş önü yalıtımlı olduğundan ısı akısındaki bu azalma oranı daha da artmaktadır. Şekil 5c' de ısı iletimi dış ortamdan iç ortama doğru olmaktadır. 30 °C dış ortam sıcaklığı için B durumunda kiriş kısmındaki ısı akısı değeri 35 W/m² iken C durumunda 4 W/m²' ye düşerek B durumu için duvar yüzeyinde elde edilen değere eşit olmaktadır.

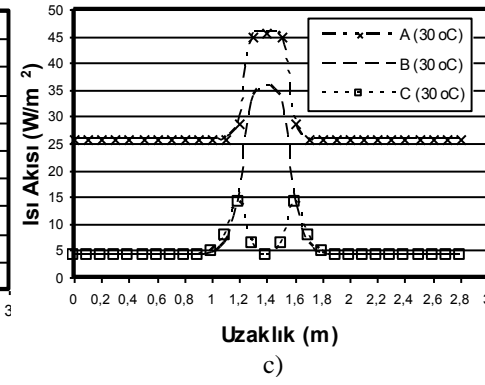
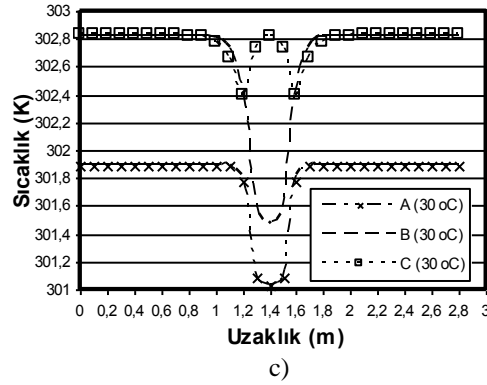
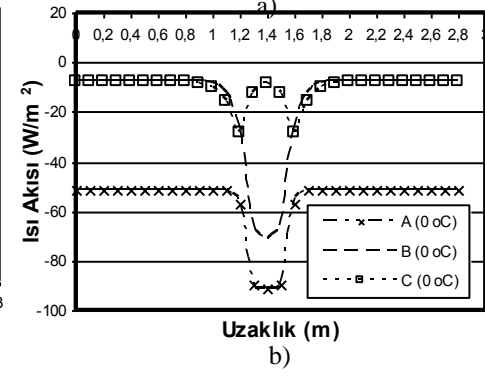
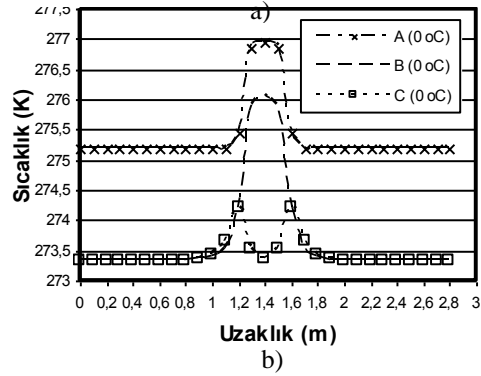
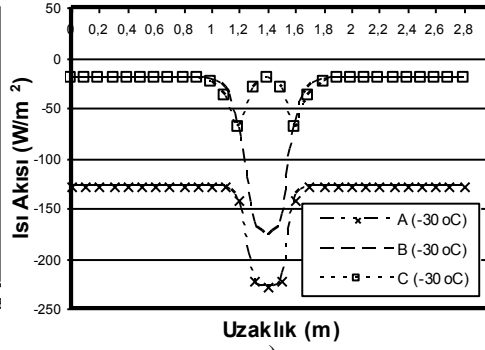
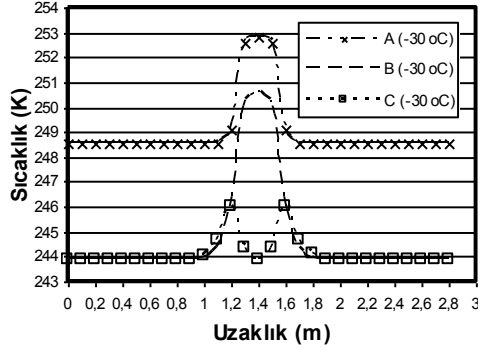
Şekil 6b, c ve d' de içten farklı şekillerde yalıtımlı balkon uzantılı ara kat kirişli ısı köprüsü için sırasıyla -30 °C, 0 °C ve 30 °C dış ortam sıcaklığında sıcaklık dağılımı konturları ve ısı akısı vektörleri gösterilmektedir. Şekil 6a' da ise balkon uzantıları ile ilgili yapı modelleri gösterilmektedir. Ayrıca sıcaklık dağılımının gösterildiği bölge, yalıtımsız balkon uzantısı modelinde daire içinde gösterilmiştir. 0 °C ile karşılaştırıldığında -30 °C' de kiriş bölgesinde ısı akısı vektörlerinin daha yoğun olduğu görülmektedir. Fakat G durumunda alt kattan kirişin iç yüzeyine uygulanan yalıtımla, ısı akısı vektörlerinin azalmakta ve kiriş yüzey sıcaklığı artmaktadır. H ve I durumundaki yalıtım şekilleriyle de ısı kaybının G durumuna göre azaldığı (Şekil 6b ve 6c) vektör yoğunluğundaki azalmadan anlaşılmaktadır. Her durumda (F,G,H ve I), 0 °C' de -30 °C ile karşılaştırıldığında vektör yoğunluğunda ve şiddetinde azalma olduğu görülmektedir. Şekil 6d' deki sıcaklık dağılımından da görüldüğü gibi I durumunda üst kat kiriş yüzeyi için ısı kazanımı önlenmektedir. F durumuyla karşılaştırıldığında da G durumunda kiriş bölgesinde ısı akısı vektörlerinin yoğunluğu azalmaktadır.

Şekil 7' de farklı dış ortam sıcaklıklarında balkon uzantılı ara kat kirişli ısı köprüsü için üst kat iç yüzeydeki sıcaklık değişimi görülmektedir. Şekil 7a' da görüldüğü gibi F durumunda kirişin üst kat yüzey sıcaklık değeri 289 K iken G ve H durumları için sırasıyla 286 K ve 284,5 K' dir. I durumunda ise ortalama 292 K değerine ulaşmaktadır. Bütün durumlarda ısı köprüsü etkisinin görüldüğü köşe noktalarında sıcaklık azalmakta ve duvar yüzeyinde ise tekrar artmaktadır. Duvar yüzey sıcaklık değerlerine bakıldığında I ve H durumlarında 290,3 K iken F durumunda 275,84 K ve G durumunda ise 276,3 K' dir. Yüzey sıcaklık değerlerine bakıldığında Şekil 7b' de Şekil 7a' ya göre daha yüksek sıcaklık değerleri elde edildiği görülmektedir. 0 °C ' de I durumunda kiriş yüzey sıcaklığı 292,5 K iken G ve H durumları için ise sırasıyla 290 K ve 289 K' dir. 30 °C için F durumuyla karşılaştırıldığında I durumunda duvar yüzey sıcaklığı, 2,9 K azalmaktadır. Ayrıca, H durumunda kiriş yüzey sıcaklığı G durumundan yaklaşık 1 K daha fazladır.

*Dış Ortam Sıcaklığının Değişimine Bağlı Olarak
Isı Köprülerinde Isı Transferinin Sayısal Olarak İncelenmesi*



Şekil 3. Sandviç yalıtımlı ara kat kirişli ısı köprüsü için a) yapı modelleri b) -30 °C c) 0 °C ve d) 30 °C'deki sıcaklık dağılımları



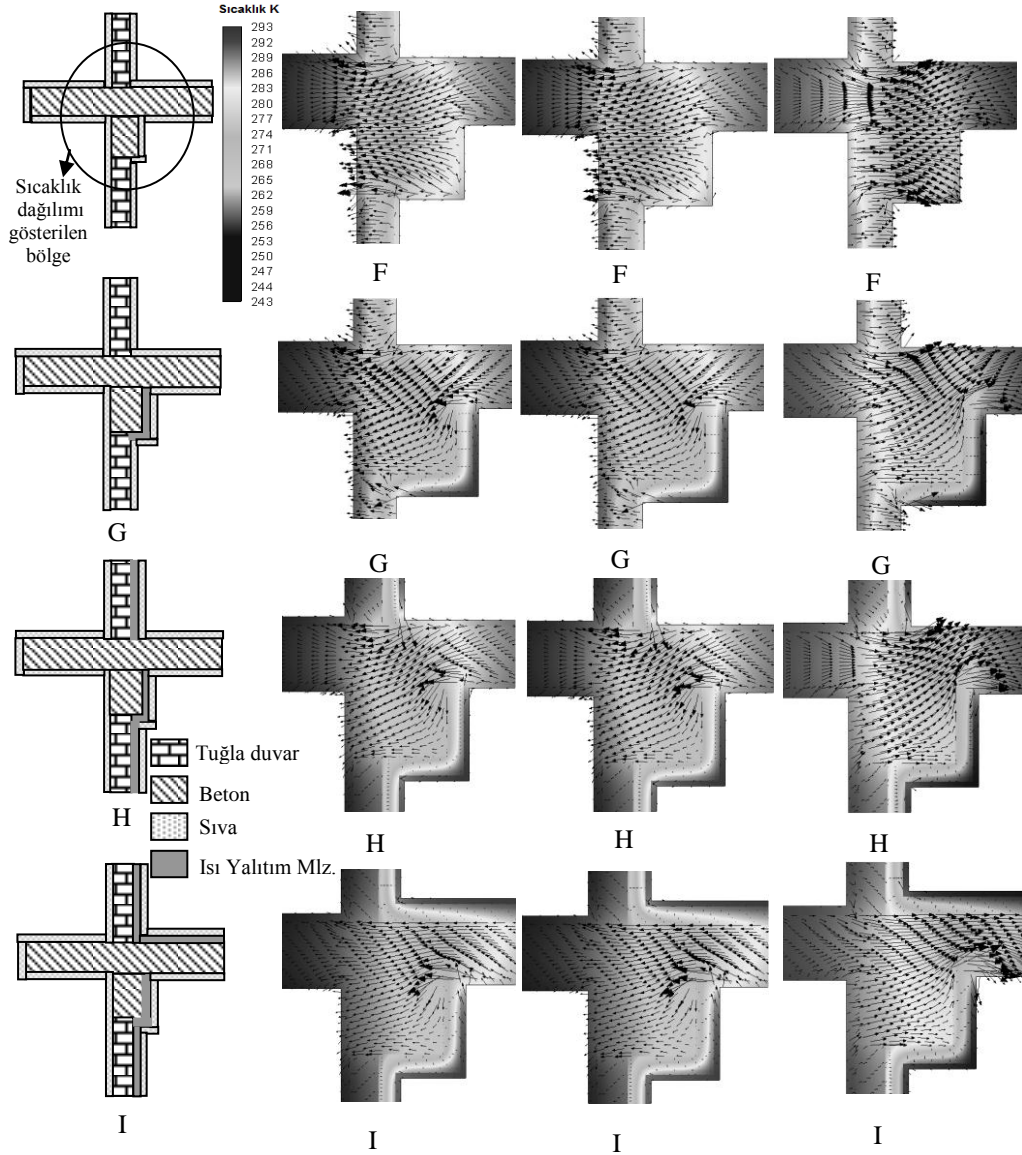
Şekil 4. Sandviç yalıtımlı ara kat kirişli ısı köprüsü için dış yüzeydeki sıcaklık değişimi

Şekil 5. Sandviç yalıtımlı ara kat kirişli ısı köprüsü için dış yüzeydeki ısı akısı değişimi

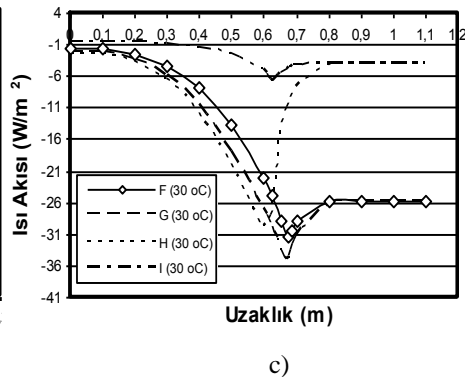
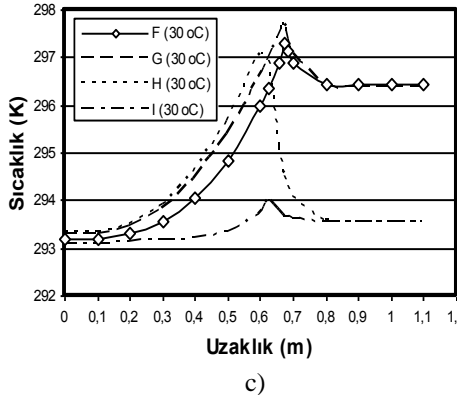
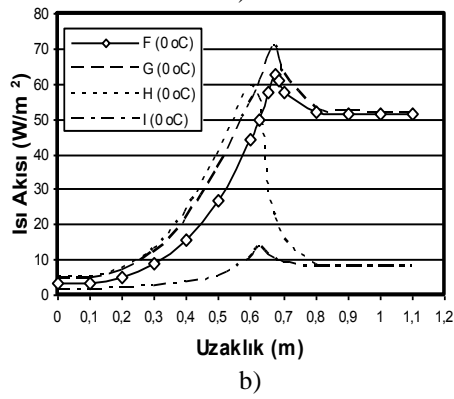
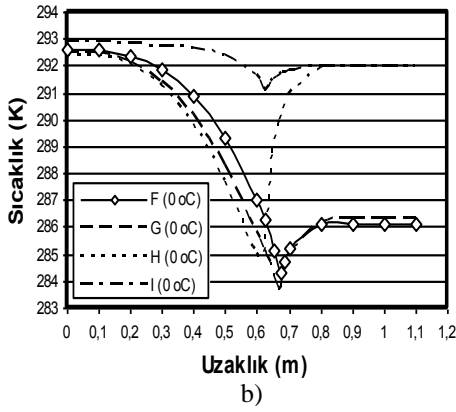
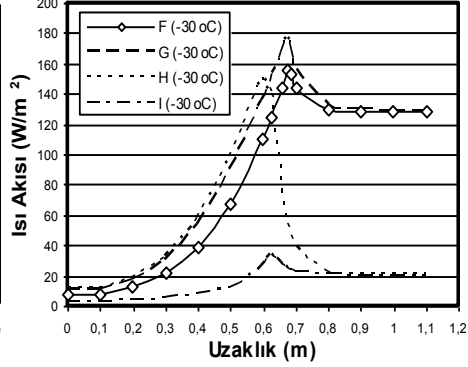
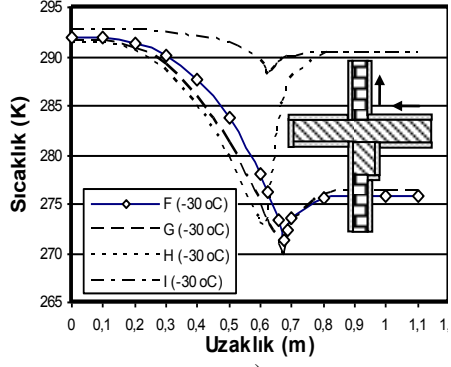
Şekil 8'de balkon uzantılı ara kat kirişli ısı köprüsü için üst kat iç yüzeyindeki ısı akısı değişimi gösterilmektedir. Şekil 8a' da F durumunda köşe noktasında ısı akısı 156,41 W/m² ile en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bununla birlikte köşe noktasında G durumunda 175,98 W/m² olan ısı akısı değeri, H ve I durumlarında sırasıyla 139,9 W/m² ve 33,93 W/m² olmaktadır. Şekil 8b' de duvar yüzeyi ısı akısı değeri F durumunda 51,38 W/m² iken G durumunda 51,65 W/m²' dir. F

durumuyla karşılaştırıldığında, H ve I durumlarında duvar yüzeyi ısı akısı değeri % 84,3 azalmaktadır. Şekil 8c' de I durumunda yüzey ısı akısı değeri oldukça düşüktür. H durumunda kiriş yüzeyinden 0,6 m uzaklıktaki noktada ısı akısı değeri 29,78 W/m² iken aynı noktada G durumunda 27,02 W/m² olmaktadır. Ayrıca F durumunda köşe noktasında ısı akısı değeri 31,28 W/m² iken duvar yüzeyinde 25,67 W/m² olmaktadır.

*Dış Ortam Sıcaklığının Değişimine Bağlı Olarak
Isı Köprülerindeki Isı Transferinin Sayısal Olarak İncelenmesi*



Şekil 6. İçten yalıtımlı balkon uzantılı ara kat kirişli ısı köprüsü için a) yapı modelleri b) -30 °C c) 0 °C ve d) 30 °C' deki sıcaklık dağılımları



Şekil 7. Balkon uzantılı ara kat döşemeli ısı köprüsü için üst kat iç yüzey sıcaklık değişimi

Şekil 8. Balkon uzantılı ara kat döşemeli ısı köprüsü için üst kat iç yüzey ısı akısı değişimi

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, yalıtımın, ısı köprülerinin ve dış ortam sıcaklığının ısı köprüleri yoluyla ısı iletimi

üzerindeki önemi vurgulanmış ve farklı geometrilerde ısı köprüsü etkisinin görüldüğü bölgeler; 5 cm yalıtım kalınlığında ara kat kirişli ısı köprüsü modelinde sandviç yalıtımlı, balkon uzantılarının oluşturduğu ısı köprüsü modelinde

ise içten farklı şekillerde yalıtımlı olduğu durumlarda Fluent paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Sıcaklık konturları, ısı akısı, noktasal sıcaklık ve dış ve iç ısı akısı değişimleri ara kat kirişli ısı köprüsü modelleri için hesaplanmıştır.

Sandviç yalıtımlı B durumunda kiriş kısmının dış yüzey sıcaklık değeri $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ için artarken, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ için azalmaktadır. C durumunda ise $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile karşılaştırıldığında $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de kiriş yüzeyindeki ısı akısı değeri % 58 oranında azalmaktadır ve bu azalma $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dış ortam sıcaklığında da görülmektedir.

İçten farklı şekillerde yalıtımlı balkon uzantılı ara kat kirişli ısı köprülerinde, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de F durumunda üst kat kirişin yüzey sıcaklığı G ve H durumlarından daha fazladır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de ise I modelinin üst kat kiriş yüzey sıcaklığı $292,5\text{ K}$ iken H ve G durumları için ise sırasıyla 289 K ve 290 K ' dir. Tüm dış ortam sıcaklık değerlerinde üst kat kiriş yüzeyi için en iyi sonuca I durumunda erişilmektedir. Bu nedenle, binalarda yoğun bir şekilde ısı kaybının yaşandığı kiriş yüzeyinin yalıtımı yalnızca kış aylarında değil yaz aylarında da ortam içi konfor şartlarının sağlanması için gereken enerji tüketiminin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır.

Isı köprüsü etkisini azaltmak için yalıtımın içten uygulandığı durumda kiriş ve duvar yüzeyine bir bütün olarak uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sandviç duvar yalıtımı uygulanması durumunda kiriş yüzeyine de yalıtım yapılarak önlem alınmalıdır.

5. SEMBOLLER

h	: ısı taşınım katsayısı ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
k	: ısı iletim katsayısı (W/mK)
T	: sıcaklık (K)
x	: duvar kalınlığı boyunca koordinat eksenini (m)
y	: duvar yüksekliği boyunca koordinat eksenini (m)
L_1	: duvar yüksekliği (m)
L_2	: duvar kalınlığı (m)

İndisler

i	: iç
o	: dış
n	: iç duvar tabakası
l	: dış duvar tabakası

6. KAYNAKLAR

1. EN ISO 10211-1, Thermal Bridges in Building Construction, Heat Flows and Surface Temperatures, Part 1: General Calculation Methods, 1995.
2. CSTB, Reglementation Thermique, Chapter 2, pp. 3-5, Paris, 2000.
3. DİLMAÇ, S., GÜNER, A., ŞENKAL, F., KARTAL, S., Simple Method for Calculation of Heat Loss Through Flor/Beam-Wall Intersections According to ISO 9164, Energy Conversion&Management, Vol. 48, pp. 826-835, 2007.
4. LARBİ, A.B., Statistical Modelling of Heat Transfer for Thermal Bridges of Buildings, Energy and Buildings, Vol. 37, pp. 945-51, 2005.
5. GAO, Y., ROUX, J.J., ZHAO, L.H., JIANG, Y., Dynamical Building Simulation: A Low Order Model for Thermal Bridges Losses, Energy and Buildings, Vol.40, pp. 2236-2243, 2008.
6. KARABULUT, K., Yapı Elemanlarındaki Isı Kayıplarının Sayısal Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 143 Sayfa, 2010.
7. KARABULUT, K., BUYRUK, E., FERTELLİ, A., Numerical Investigation of Heat Transfer for Thermal Bridges Taking Into Consideration Location of Thermal Insulation with Different Geometries, Strojarstvo, Vol. 51, pp. 431-439, 2009.
8. BUYRUK, E., KARABULUT, K., CAN, A., Numerical Research of Heat Transfer for Thermal Bridges Formed By Different Geometries With Beams, 21st International Symposium on Heating, Refrigerating and Air Conditioning Conference, Zagreb/Croatia, 2011.

9. KARABULUT, K., ve BUYRUK, E., Bölgesel yalıtımlı Isı Köprülerindeki Isı Kayıplarının Sayısal Olarak İncelenmesi, 18. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Zonguldak, 2011.
10. KARAKOÇ, H., Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı, Ankara, 2001.
11. DİLMAÇ, S., CAN, A., ŞENKAL SEZER, F., Ara Kat Kirişli Döşemelerinde İçeriden ve Dışarıdan Yalıtım Uygulamalarının Enerji Verimliliklerinin Karşılaştırılması, Tesisat Mühendisliği Dergisi, ISSN 1300-3399, Sayı.80, s. 7-20, 2004.