

YAPI ELEMANLARINDAKİ ISI KAYIPLARININ
SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

KORAY KARABULUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2010

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI ELEMANLARINDAKİ ISI KAYIPLARININ
SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

KORAY KARABULUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ERTAN BUYRUK

SİVAS
2010

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Ali PINARBAŞI

Üye Prof. Dr. H. İbrahim ACAR

Üye (Danışman) Prof. Dr. Ertan BUYRUK

ONAY

Bu tez çalışması, 04/02/2010 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezai ELAGÖZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 009 sayılı toplantısında kabul edilen Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

YAPI ELEMANLARINDAKİ ISI KAYIPLARININ SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

KORAY KARABULUT

Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertan BUYRUK

2010, 145 sayfa

Bu çalışmada, ara kat kirişli duvar bloklar için ısı köprülerinin sıcaklık dağılımına etkileri incelenmiştir. Bu amaçla FLUENT paket programı yardımıyla ısı iletiminin sayısal çözümü sürekli şartlarda elde edilerek sıcaklığın değişimi görselleştirilmiştir. İç ortam ve dış ortam sıcaklıkları sırasıyla 20 °C , -20 °C ve iç ortam ve dış ortam ısı taşınım katsayıları 8 W/m²K ve 25 W/m²K kabul edilerek, öncelikle yalıtımsız ısı köprüsü için sıcaklık dağılımı zamandan bağımsız olarak elde edilmiştir. Daha sonra aynı sınır koşullarında farklı yalıtım kalınlıklarının sıcaklık dağılımı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın devamında farklı yapı modellerinde yalıtımın yeri değiştirilerek elde edilen farklı geometriler için ısı köprülerinin sıcaklık dağılımına olan etkileri incelenmiş ve iç ve dış yüzey sıcaklıkları ve ısı akılarının değişimi kıyaslanmıştır. Son olarak ortam sıcaklıklarının etkisini görebilmek için iç ve dış ortam sıcaklıkları değiştirilerek, sıcaklık dağılımına olan etkileri incelenmiş, iç ve dış yüzey sıcaklık ve ısı akılarının değişimi gösterilmiş ve elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Isı köprüsü, fluent, ısı yalıtımı, enerjinin korunumu

ABSTRACT

NUMERICAL INVESTIGATION OF HEAT LOSSES AT THE BUILDING ELEMENTS

KORAY KARABULUT

Master of Science Thesis, Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ertan BUYRUK

2010, 145 pages

In the present study, the effects of heat bridges formed by reinforced concrete beams on temperature distribution were investigated. For this aim Fluent package program was used to solve the heat transfer structures numerically and temperature distribution with steady state condition were illustrated. Inside and outside environment temperatures were assumed as 20 °C, -20 °C respectively and inside and outside environment heat transfer coefficients 8 W/m²K ve 25 W/m²K. Firstly temperature distribution for non-insulation heat bridge and then effects of different insulation thicknesses were investigated at the same boundary conditions. Then, effects of heat bridges of different geometries with changing of insulation location were investigated at different building models and surface temperature and surface heat flux results were obtained with steady state condition. Finally inside and outside environment temperatures were changed to see effect of temperature distribution. Surface temperature and heat flux results were illustrated and compared with previously obtained results.

Key words: Heat bridge, heat insulation, fluent, energy conservation.

TEŞEKKÜR

Danıőmanım çok değerli hocam Prof. Dr. Ertan BUYRUK'a tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı, bana inanıp, güvendiği ve her konuda, her zaman yanımda olduğu için sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Tezin paket programı FLUENT'de çözülmesi aşamasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Arő. Gör. Dr. K. Melih GÜLEREN'e teşekkür ederim.

Çalışma boyunca bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Arő. Gör. Nesrin SÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Tezin Şekil olarak düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaőım Bahadır YİĒİT'e teşekkür ederim.

Bana inanan, güvenen, maddi ve manevi her zaman yanımda olan annem Hatice KARABULUT ve babam Hüseyin KARABULUT'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xvi
SİMGELER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
1 GİRİŞ	1
1.1 Giriş	1
1.2 Literatür Taraması.....	3
2 YAPILARDA OLUŞAN ISI KÖPRÜLERİ.....	7
2.1 Giriş	7
2.2 Isı Köprüsü.....	8
2.3 Isı Köprülerinin Sınıflandırılması	10
2.3.1 Oluşum Nedenlerine Göre.....	10
2.3.1.1 Geometri Sebebi ile Ortaya Çıkan Isı Köprüleri.....	10
2.3.1.2 Malzeme Sebebi ile Oluşan Isı Köprüleri	11
2.3.1.3 Akışkan Akımının Olması Nedeniyle Oluşan Isı Köprüleri	11
2.3.1.4 Ortam Sıcaklıklarına Bağlı Olan Isı Köprüleri	11
2.3.2 Isı Köprüsünün Şekline Göre	11
2.3.2.1 Doğrusal Isı Köprüleri.....	11
2.3.2.2 Noktasal Isı Köprüleri	11
2.4 Isı Köprülerinin Etkileri	12
2.4.1 Sık görülen Isı Köprüsü Etkileri.....	12
2.4.1.1 Köşe Kenar Etkisi.....	12
2.4.1.2 İlerleme Etkisi	12
2.4.1.3 Yalıtım Boşluğu Etkisi	12
2.4.1.4 Dengeleme (Yayıma) Etkisi	12
2.4.1.5 Taşıyıcı Elemanların Etkisi	13
2.4.1.6 Komşu Hacimlerdeki Yalıtımın Etkisi	13
2.4.1.7 Birden Fazla Etkinin Beraber Etkisi.....	13
2.5 Isı Köprülerinin Günlük Yaşam Üzerindeki Etkileri	13
2.5.1 Isı Köprülerinin Yapı İçi Isısal Konfor Üzerindeki Etkileri	13
2.5.2 Isı Köprülerinin Yapı Sağlığı Üzerindeki Etkileri	14
2.5.3 Isı Köprülerinin Enerji Sorunu Üzerindeki Etkileri	16
2.5.4 İnsan Sağlığına Etkileri	16
3 KONUTLARDA UYGULANAN ISI YALITIM SİSTEMLERİ VE ISI KÖPRÜSÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	18
3.1 Giriş.....	18
3.2 Isı Yalıtımı.....	19
3.2.1 Isı Yalıtımının Amacı.....	19
3.2.2 Isı Yalıtımının Gerekçeleri.....	20
3.3 Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları.....	21
3.4 Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları	23
3.5 Çift Duvar Arası (Sandviç) Isı Yalıtım Uygulamaları	25

3.6 Havalandırılmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları	26
4 KULLANILAN SAYISAL YÖNTEM VE TEMEL DENKLEMLER.....	29
4.1 Kullanılan Sayısal Yöntem.....	29
4.1.1 Sonlu Hacimler Yöntemi.....	29
4.1.2 Sonlu Hacimler Formülasyonları	31
4.1.2.1 Kütleinin Korunumu	31
4.1.2.2 Momentumun Korunumu.....	32
4.1.2.3 Enerjinin Korunumu	32
4.1.2.4 Duvarlardaki Isı Transferi İçin Enerji Denklemi	33
5 SONUÇLAR.....	34
5.1 Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	34
5.2 Farklı Kalınlıklarda Yalıtım Uygulanan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi.....	36
5.2.1 İçten Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi.....	36
5.2.2 Sandviç (Çift Duvar Arası) Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	40
5.2.3 Dıştan Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi.....	45
5.3 Farklı Geometrilere Oluşan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi.....	48
5.3.1 İçten Yalıtımlı Farklı Geometrilere Oluşan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	49
5.3.2 İçten ve Kiriş Önü Yalıtımlı Farklı Geometrilere Oluşan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	54
5.3.3 Sandviç Yalıtımlı Farklı Geometrilere Oluşan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	59
5.3.4 Dıştan Yalıtımlı Farklı Geometrilere Oluşan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	64
5.4 Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi.....	69
5.4.1 İçten Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	69
5.4.2 İçten ve Kiriş Önü Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	81
5.4.3 Sandviç Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	94
5.4.4 Dıştan Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	106
5.5 Katlar Arası Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	118
5.5.1 İçten Yalıtımlı Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	118
5.5.2 İçten ve Kiriş Önü Yalıtımlı Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	123
5.5.3 Sandviç Yalıtımlı Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	129

5.5.4 Dıştan Yalıtımlı Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi	134
6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	139
KAYNAKLAR	143
ÖZGEÇMİŞ	145

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Isı Kayıpları (Karakoç vd., 1999)	8
Şekil 2.2	Yapı elemanının köşe noktasında meydana gelen ısı köprüsü	10
Şekil 2.3	Betonarme döşeme plağının içeri doğru uzamasından kaynaklanan ısı köprüsü	10
Şekil 2.4	Farklı yapı malzemelerinin yan yana gelmesinden kaynaklanan ısı köprüsü	10
Şekil 2.5	Isı köprüsü ve yoğuşma	15
Şekil 2.6	Cephede meydana gelen sıva üzeri çatlama ve bozulma	15
Şekil 3.1	Termal kamera görüntüleri.....	20
Şekil 3.2	Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulamaları	22
Şekil 3.3	Dış duvarlarda dıştan yalıtım uygulama resmi (Özpor, 2005).....	23
Şekil 3.4	Dış duvarlarda içten yalıtım detayı	24
Şekil 3.5	Dış duvarlarda içten yalıtım uygulama resmi (Atermit, 2005)	24
Şekil 3.6	Dıştan ve içten yalıtımın gösterimi (İzoder)	25
Şekil 3.7	Türkiye ve yurtdışında uygulanan çift duvar arası ısı yalıtım	26
Şekil 3.8	Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırılmalı yalıtım detayı (Apeks yapı sistemleri)	27
Şekil 3.9	Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi(Yılmaz, 2006)	28
Şekil 4.1	Ara kat kirişli ısı köprüsünün yapı şekli ve sınır koşullarının gösterimi	
Şekil 5.1	Yalıtımsız durum için oluşturulan model.....	33
Şekil 5.2	Modele uygun ağ yapısı	34
Şekil 5.3	Düzlem duvarın dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimleri	34
Şekil 5.4	İçten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	37
Şekil 5.5	İçten yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	37
Şekil 5.6	İçten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri	38
Şekil 5.7	İçten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	39
Şekil 5.8	İçten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey sıcaklık değişimleri.....	40
Şekil 5.9	İçten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey ısı akısı değişimleri.....	40
Şekil 5.10	Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	42
Şekil 5.11	Sandviç yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	42
Şekil 5.12	Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey değişimleri.....	43
Şekil 5.13	Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	43
Şekil 5.14	Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey sıcaklık değişimleri	44
Şekil 5.15	Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey ısı akısı değişimleri	45
Şekil 5.16	Dıştan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	46
Şekil 5.17	Dıştan yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	46

Şekil 5.18	Dıştan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri	47
Şekil 5.19	Dıştan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	47
Şekil 5.20	Dıştan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey sıcaklık değişimleri	48
Şekil 5.21	Dıştan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kirişli duvar blokta iç yüzey ısı akısı değişimleri	48
Şekil 5.22	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	50
Şekil 5.23	İçten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	50
Şekil 5.24	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri	51
Şekil 5.25	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	51
Şekil 5.26	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	52
Şekil 5.27	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	52
Şekil 5.28	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	53
Şekil 5.29	İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri	54
Şekil 5.30	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	56
Şekil 5.31	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	57
Şekil 5.32	İçten ve kiriş önü 5 cm farklı geometrilerden oluşan yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri.....	55
Şekil 5.33	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri.....	55
Şekil 5.34	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	57
Şekil 5.35	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	58
Şekil 5.36	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri	59
Şekil 5.37	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	59
Şekil 5.38	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	60
Şekil 5.39	Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	61
Şekil 5.40	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri	61
Şekil 5.41	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	61
Şekil 5.42	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	62

Şekil 5.43	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	63
Şekil 5.44	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri	64
Şekil 5.45	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri	64
Şekil 5.46	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	65
Şekil 5.47	Dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	66
Şekil 5.48	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri	66
Şekil 5.49	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	66
Şekil 5.50	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	68
Şekil 5.51	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	68
Şekil 5.52	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri	68
Şekil 5.53	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri	69
Şekil 5.54	-30 °C dış sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	70
Şekil 5.55	İçten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	70
Şekil 5.56	0 °C dış sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	71
Şekil 5.57	30 °C dış sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	71
Şekil 5.58	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için dış yüzey sıcaklık değişimleri	74
Şekil 5.59	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için dış yüzey ısı akısı değişimleri	75
Şekil 5.60	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	77
Şekil 5.61	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için alt kat yüzey sıcaklık değişimleri	78
Şekil 5.62	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	80
Şekil 5.63	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için alt kat yüzey ısı akısı değişimleri	81
Şekil 5.64	-30 °C dış sıcaklık için içten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	84
Şekil 5.65	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	84
Şekil 5.66	-30 °C dış sıcaklık için içten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	85
Şekil 5.67	-30 °C dış sıcaklık için içten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	85
Şekil 5.68	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için dış yüzey sıcaklık değişimleri	86

Şekil 5.69	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için dış yüzey ısı akısı değişimleri	87
Şekil 5.70	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	90
Şekil 5.71	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	91
Şekil 5.72	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	92
Şekil 5.73	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	93
Şekil 5.74	-30 °C dış sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	96
Şekil 5.75	Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için ağ yapısı.....	96
Şekil 5.76	0 °C dış sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	97
Şekil 5.77	30 °C dış sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	97
Şekil 5.78	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için dış yüzey sıcaklık değişimleri	98
Şekil 5.79	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için dış yüzey ısı akısı değişimleri	99
Şekil 5.80	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	101
Şekil 5.81	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	102
Şekil 5.82	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	104
Şekil 5.83	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	105
Şekil 5.84	-30 °C dış sıcaklık için dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	108
Şekil 5.85	Dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı.....	108
Şekil 5.86	0 °C dış sıcaklık için dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	109
Şekil 5.87	30 °C dış sıcaklık için dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	109
Şekil 5.88	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için dış yüzey sıcaklık değişimleri	110
Şekil 5.89	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için dış yüzey ısı akısı değişimleri	111
Şekil 5.90	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	113
Şekil 5.91	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	114
Şekil 5.92	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	116
Şekil 5.93	a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	117
Şekil 5.94	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	119

Şekil 5.95	İçten 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	119
Şekil 5.96	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri.....	121
Şekil 5.97	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri.....	121
Şekil 5.98	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	122
Şekil 5.99	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri	122
Şekil 5.100	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	123
Şekil 5.101	İçten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri	123
Şekil 5.102	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları	125
Şekil 5.103	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	125
Şekil 5.104	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri.....	126
Şekil 5.105	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri.....	126
Şekil 5.106	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	127
Şekil 5.107	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	127
Şekil 5.108	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	128
Şekil 5.109	İçten ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	128
Şekil 5.110	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	130
Şekil 5.111	Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	130
Şekil 5.112	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri.....	131
Şekil 5.113	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	131
Şekil 5.114	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	132
Şekil 5.115	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	132
Şekil 5.116	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	133
Şekil 5.117	Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	133
Şekil 5.118	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta sıcaklık dağılımları.....	135
Şekil 5.119	Dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı	135
Şekil 5.120	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri.....	136

Şekil 5.121	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri	136
Şekil 5.122	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değişimleri	137
Şekil 5.123	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri.....	137
Şekil 5.124	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri	138
Şekil 5.125	Dıştan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri.....	138

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1	İçten ve dıştan yalıtım kıyaslaması	25
Tablo 5.1	Malzemelerin özellikleri	34

SİMGELER DİZİNİ

$c_{p,i}$	Sabit basınç altındaki özgül ısı (J/kgK)
F_i	Cisim kuvvetleri (N)
g_i	Yerçekimi ivmesi (m/sn ²)
h	Duyulur entalpi (J/m ³) taşınım (konveksiyon) katsayısı (W/m ² K)
J	Difüzyon akısı (mol/m ² s)
k	Isı iletim katsayısı, (W/m K)
k_{eff}	Efektif kondüktivite (ısıl iletkenlik) (W/m K)
p	Statik basınç (Pa)
S_m	Dağınık faz tarafından sürekli faza eklenen kütleyi (kg)
S_h	Kimyasal reaksiyon ısısı (W)
S_y	Yalıtım kalınlığı (cm)
T	Sıcaklık (K)
t	Zaman (sn)
u_i	Hız vektörü (m/s)
\vec{v}	Hız vektörü (m/sn)
ρ	Yoğunluk (kg/ m ³)
τ_{ij}	Gerilme tensörü (N/m ²)
μ	Moleküler viskozite (Ns/m ²)

KISALTMALAR DİZİNİ

$h_{iç}$	İç ortam ısı taşınım katsayısı
$h_{dış}$	Dış ortam ısı taşınım katsayısı
$T_{iç}$	İç ortam sıcaklığı
$T_{dış}$	Dış ortam sıcaklığı

1.1 Giri

Geli mi ülkeler, 1974 yılındaki petrol krizine kadar, enerji ile ilgili önemli bir problem ya amadılar. Ürettikleri enerjiyi kaygısızca tükettiler. 1974'e kadar enerji verimlili i ve tasarruf kavramları gündemlerine girmedi. Petrol krizinden sonra ise, bu ve bundan sonra olu abilecek benzer krizlerin etkilerinden korunabilmek için, stratejiler geli tirdiler. Stratejilerin temel amacı, üretilen enerjinin do ru ve ekonomik kullanımını sa layarak, sosyal ve ekonomik büyüme hedeflerine engel olu turmayacak ekilde enerji tüketiminin azaltılması idi (Çilingiro lu, 1997).

Dünya nüfusunun artması, teknolojideki geli melere paralel olarak artan enerji ihtiyacının kar ılanması, çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilirli i sa lama iste i, Kyoto Protokolü gere ince CO₂ ve di er sera gazı emisyonlarının azaltılması zorunlulu u, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarının ara tırılmasının yanı sıra enerjinin daha verimli kullanılması da önemli bir konu haline gelmi tir.

Enerji verimlili i artırılarak daha az enerji ile, daha dü ük maliyetle ve çevreye zarar vermeden daha fazla i üretilir. Enerji verimlili inin artırılması, bütün sektörler için önemli oldu u gibi, bina sektörü için de önemlidir. Isıtma amaçlı enerji tüketiminin, yakla ık % 35-40'ı konutlarda yapılmaktadır. Bu sektörlerde yapılacak iyile tirmelerde, enerjinin geri dönü ümü o oranda yüksek olacaktır (Dilmaç,1996).

Yapıların ısıtma ihtiyacının kar ılanmasının yanında, ısıl ataletin göz önüne alınması da bir o kadar önemlidir. Bu açıdan bakıldı ında, özellikle mevcut durumda, ısıtmada tüketilen enerjinin fazla oldu u ve ülke kaynaklarının ekonomik kullanılmadı ı görülmektedir. Isı yalıtımının istenen düzeyde yaygınla tırılmamasından dolayı a ırı enerji tüketilmektedir. Türkiye'nin sınırlı enerji kaynaklarının kontrolsüz bir ekilde kullanılması, ülkemiz için çok olumsuz ve zararlı bir durumdur.

Isı yalıtımı; kapalı mekânların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için dı iklim ko ullarına kar ı yapılan ısıtma-so utma i lemlerinde kullanılan enerjiden tasarruf sa lamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirlili ini azaltmak amacıyla alınan her türlü önlemler bütünüdür. Isı yalıtımı yapıyı dı etkilerden koruyarak ömrünün uzamasını ve i letme maliyetlerinin dü ürülmesini sa lar. Henüz alt yapısını

tamamlayamamı , geli mekte olan ÷lkemizde kalkınma hamlemizin ba arıya ula abilmesi için özellikle “yapılarda ısı yalıtımı” konusu üzerinde önemle durulmalıdır.

Binalar; pencereler, dı duvarlar, merdiven, ev duvarları, tavanlar, ısıtılmayan hacimler üzerindeki dö emeler, zemine oturan dö emeler ve açık geçitler üzerindeki dö emelerden ısı kayıpları olmakta ve bu yüzden binaların yakıt tüketimi yükselmektedir. Yapılardaki ısı kayıplarının %10’u tabanlardan, %10-15’i pencerelerden, %25’i tavanlardan, %15-25’i dolgu duvarlardan, %20-50’si ısı köprülerinden olmaktadır. Yapılardaki en fazla ısı kayıpları ısı köprülerin olu masıyla meydana gelmektedir.

Yapılarda ısı köprülerinin olu masının iki temel nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerden birincisi, yapı ö elerinin örne in duvarların, farklı ısı özellikleri olan de i ik gereçlerden üretilmi olmasıdır. kincisiyse, yapıya kazandırılan birtakım girinti çıkıntıların (kö eler, uzantılar v.s.) çoklu u ile yapının çevreyle olan dokunma yüzeyinin büyütülmesinden kaynaklanmaktadır.

Birincisinde yapıyı olu turan dı kabukta süreksizlik bulunmaktadır. Örne in, donatılı kiri lerle kolonların arasında delikli tu ladan örölmü duvarın bir süreklilik içerisinde de erlendirilmesi olanaklı de ildir. Çünkü donatılı betonun bilinen ortalama ısı iletim katsayısı $k=2.1 \text{ W/mK}$, delikli tu la duvarın ise $k=0.45 \text{ W/mK}$ oldu u dü ünölürse bundan çıkarılacak sonuç ortadadır. ısı iletim katsayısı yüksek olan yapı ö esinin ısı iletim direnci de ($R= L/k, \text{ m}^2 \text{ K/W}$) ö enin kalınlı ı ($L, \text{ m}$) oranında ancak yükselebilecek, buna kar ın e it kalınlıktaki daha az iletken bir yapı ö esine göre daha dü ük ısı iletkenlik direnci gösterecektir. kincisinde ise çe itli amaçlarla düzenlenen çıkmaların (mekân uzantısı v.s.) ya da arsaya uygun olarak öngörölen yapıdaki zorunlu da mık tasarımın neden oldu u dı yüzey büyümesi söz konusudur. Burada girinti- çıkıntı olu turan birbirine kar ıt açılı kö eleri bir ölçüde ısı köprüden saymak gerekir. Çünkü bu kö elerde yüzey büyümesi ile birlikte birim alan kütlede (kg/m^2) artı söz konusudur (Yetgin, 2008).

Çalı manın, ısı köprülerinden olan ısı kayıplarının sayısal olarak incelenmesi olarak seçilmesinin en büyük sebebi, bu sorunun birinci derecede ya amsal önemi olan enerji tasarrufu ile ilgili bulunmasından dolayı, ÷lkemiz yapı uygulamalarında ço unlukla göz ardı edildi inden yeniden tartı lması gere i do mu olmaktadır. Yapıların ısıtılması (so utulması) konusunda gere inden fazla enerji harcanmakta, yapı konforu azalmakta, çevre kirlili i ve i letme maliyeti artmakta bu da ÷lke ekonomisine büyük zararlar vererek gereksiz döviz kaybına neden olmaktadır. Bunun için TS 825’e

göre ısı yalıtım kurallarına uygun detayların yapılarda uygulanmasına dikkat etmeli ve enerjiyi verimli kullanmalıyız.

Sonlu hacimler yöntemi ile yapılan bu tez u ekilde özetlenebilir. Öncelikle yalıtımsız ısı köprüsü için uygun sınır ko ullarında sıcaklık da ılımının zamandan ba ımsız de i iminin literatürdeki çalı malar ile kar ıla tırması yapılmı tır. Bu model için literatürdeki sonuçlara yakınlık sa layabilmek için uygun a yapısı belirlenmeye çalı ılmı tır. Aynı zamanda farklı yalıtım kalınlıklarının, sıcaklık da ılımı üzerine etkisi incelenmi tir. Daha sonra farklı yapı modellerinde yalıtımın yeri de i tirilerek elde edilen farklı geometrilerin, ısı köprüsünün sıcaklık da ılımına olan etkisi zamandan ba ımsız olarak incelenmi ve kıyaslanmı tır. Sınır ko ulları olarak iç ortam ve dı ortam sıcaklıkları sırasıyla 20 °C ve -20 °C, iç ortam ısı ta nım katsayısı, iç ortamda hava hareketlili in dü ük olmasından dolayı ısı ta nım katsayısı da dü ük olaca ından literatürde kabul edildi i gibi 8 W/m²K ve dı ortam ısı ta nım katsayısı ise dı ortamdaki hava hareketlili inin fazla olmasından dolayı 25 W/m²K olarak seçilmi tir. Yapının kesit yüzeylerininin dı ortama kar ı yalıtılmı oldu u kabul edilmi tir.

Çalı manın devamında ortam sıcaklıklarının sıcaklık da ılımına etkisini görebilmek için iç ve dı ortam sıcaklıkları de i tirilerek, sıcaklık da ılımına olan etkileri incelenmi tir. Yapılan tüm çalı malarda, duvarda ısı üretimi olmadı ı, zamandan ba ımsız ve malzemelerin sabit ısı iletim katsayılı oldu u kabul edilmi tir.

1.2 Literatür Taraması

Bir önceki bölümde de vurgulandı ı gibi konunun öneminden dolayı ısı köprüleri üzerinde günümüze kadar birçok ara tırma yapılmı tır. Ancak ülkemizde ısı köprüleri ve çevresindeki bölgelerde sıcaklık ve ısı akısı da ılımının durumunu ve bu büyüklüklerin sayısal de eri üzerine yalıtım sistemlerinin etkisini inceleyen Türkçe yayın sayısı oldukça azdır. Konu ile ilgili uluslararası yayınlarda ise genellikle; ısı köprülerinde sıcaklık ve ısı akısı da ılımlarının hesaplanması ile ilgili geli tirilen yakla ımlar tanıtılmakta fakat bunların uygulanması sonucu elde edilen sonuçların kar ıla tırılmasına rastlanamamaktadır. Bu nedenle ısı köprülerinin; ülkemizde de dikkate alınması için yapılan çalı maların sayısının arttırılması, öneminin bina tasarımından yapım a masına kadar her kademedede benimsetilmesi gerekmektedir. A a ıda görülebilece i üzere ısı köprüleri üzerine sonlu hacimler yöntemiyle yapılan çalı maların sayısı çok fazla de ildir. Bu nedenle çalı ma bu yönde geli tirilmi tir.

Brown W.P. ve Wilson A., (1963), ısı köprüleri ve çevresindeki kısımların iç yüzey sıcaklıkları için tek boyutlu hesap sonuçları ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Isı köprüsünün olumsuz etkilerinden korunmak için en uygun çözümün binalarda dışarıdan ısı yalıtımı olduğu ve yapı tasarımlarından kaynaklanan ısı köprülerinin birçoğunun enerji tasarımının ilk aşamasında fark edilebilirse ısı köprülerinin tamamen ortadan kaldırılabilir veya en aza indirilebilir sonucuna varmışlardır. Tek boyutlu ısı akısı hesaplamalarının ısı köprüsünden doğacak sorunların tanımlanmasında çok faydalı olacaktır ancak bu şekilde elde edilecek sonuçların hatalar içerdiğini önemle vurgulamışlardır.

Dechao T., (1997), çalışmada Schwarz'ın alternatif metodunu kullanarak köprülerdeki sıcaklık dağılımını çıkarmıştır. Analitik ve nümerik sonuçlar arasında karşılaştırma yapmış ve iki metod arasındaki farklılıkları kıyaslamıştır. Elde ettiği genel sonuca göre, mühendislik tasarımlarında kullanılacak parametrik analizler yapmıştır.

Jeong Y.S., Choi G.S., Kim K. W., ve Lee S. E., (2007), çalışmalarında duvarlarla oluşturulan dört tip köprü noktasının, yüzey sıcaklıkları ve ısı akı modellenmesini elde ederek ısı köprüsü etkisi incelemiştir. Bunun için termal kamera ve sonlu hacimler yöntemini kullanmışlardır. Termal kamerayla ısı köprüleri ve ısı yalıtımının etkisini göstermişlerdir. Sonlu hacimler yöntemini kullanarak, yapı kesitli, ısı yalıtımı ve ortam sıcaklıklarını belirterek duvarların köprü noktalarındaki ısı transferi özelliklerini zamandan bağımsız olarak incelemiştir ve her bir koşul için sıcaklık dağılımlerini kıyaslamışlardır.

Ayrıca benzer şekilde Grinzato E., Vavilov V. Ve Kauppien T., (1998), termal kameranın binalarda ısı köprülerinin de tespit edilmesi, kusurlu bölgelerin belirlenmesi, hava kaçaklarının tespiti ve rutubet içeriğinin haritasının çıkarılması amacıyla kullanılması ve niteliksel değerlendirme yapılabilmesi için geliştirilen metodları ve çalışmaları aktarmışlardır.

Deque F., Ollivier F. ve Roux J.J., (2001), binaların enerji verimliliği üzerinde ısı köprülerinin etkisinin de değerlendirilmesi için ısı köprüsünü bilgisayar ortamında modelleyerek incelenmiştir. Başlangıçta duvar kesitlerindeki ısı transferini Sisley adlı bilgisayar programında modellemiştir ve bu modelleri daha sonra Clim 2000 adlı programa uyarlamışlardır. Modelleme sonuçlarını, ısı yasalarından elde edilen modellerle kıyaslamışlardır. Böylece standart duvar modellerinde, binaların ısı kayıplarının değerlendirilmesi bakımından ısı kayıplarının modellenmesinde %5'lik ilave bir hassasiyet sağlanmıştır.

Fukuyo K., (2003), ısı akı ının görselle tirilmesi için, ısı akı ının çiziminde katı bir model üzerinde çalı ılması önermi tir. Isı akı ı yo unluklarını, her bir hacim için ısı kazanımı ve kaybı olarak tanımlamı tır. Yapıdaki iki boyutlu, zamandan ba ımsız ısı akı ının modellenmesi için iki ko ul sunmu , elde etti i sonuçları ısı akı ı ve sıcaklık e rilerinin çizimiyle göstermi tir. Önerdi i metotla ısı köprülerinin etkisini etkin bir ekilde görselle tirmi tir.

Larbi A. B., (2005), çalı masında; iki boyutlu ısı köprülerinin ısı iletkenliklerinin istatikselsel modellerini incelemi tir. Mimarlara, yaygın olarak kar ıla ılan iki boyutlu ısı köprülerinin de erlendirilmesi için pratik bilgiler verilmesini amaçlamı tır. 3 örnek üzerinde de erlendirme yapmı tır: kiri -dö eme-duvar birle imi, dö eme-duvar birle imi ve çatı-duvar birle imi. Her bir durum için, ısı iletkenli in bilgisayar simülasyonlarının de erlendirmesini yapmı ve elde etti i sonuçları lineer olmayan istatistiki bir modele uyarlamı tır. Sonuçlardaki hata de erleri %5'den daha azdır.

Gao Y., Roux J.J., Zhao L.H. ve Jiang Y., (2008), modern yapılarda, ısı köprülerinde üç boyutlu ısı iletimi olmasına ra men, ço u simülasyon modellerinde hesaplamaları basitle tirmek için tek boyutlu modeller kullanılıyor. Çalı malarında, kullanılan modelin azaltılması tekni iyle ısı köprülerinden olan ilave kayıpların modellenebildi i, kullanı lı olan üç boyutlu ısı transferi modeli geli tirmi lerdir. ndirgenmi modeli, frekans tepki metodu ve zaman faktörüyle de erlendirmi ler ve bu modelin etkisini "TRNSYS" adlı bilgisayar programında göstermi lerdir.

Benzer olarak Kosny J. ve Kossecka E., (2002), ısı köprülerindeki 3 boyutlu ısı iletiminin ve ısı ıl kütle olu turan elemanların dikkate alınmaması halinde tüm binanın ısı ıl performansının de erlendirilmesinde ciddi hatalar meydana geldi ini vurgulamı larıdır. De erlendirmelerinde deney sonuçlarından, bir boyutlu ve çok boyutlu ısı ıl analizlerin yapılabildi i program çıktılarından yararlanmı larıdır.

Gufeng M. Ve Johannesson G., (1987), çalı malarında, ısı köprülerinin dinamik analizini frekans tepki metodunu (frequency response method) kullanarak geli tirmi lerdir. Bu amaçla geli tirilen bir bilgisayar programı ile metal iskelet içindeki hafif duvarlar, a ır duvar-ara kat dö emesi birle im bölgesi ve zemine temas eden temel duvarından olu an ısı köprülerinin sıcaklık ve ısı akısı de i imlerini incelemi lerdir.

Benzer bir çalı mada Salgon J.J., ve Neveu A., (1987), iki boyutlu ısı iletiminin modellenmesini gerçekle tirmi ler ve tüm binadaki ısı köprülerini dahil edebilmislerdir.

Ersoy G., (1991), ısı köprüleri ile ilgili özet bilgi vermi ve bazı detaylar için sıcaklık da ılımını iki ve üç boyutlu olarak göstermi tir.

Ya ar Y., (1989), paralel yüzeyle ısı köprüsü içeren yapı elemanında yüzeyle sıcaklıklarının hesaplanmasında kullanılabilcek bir yöntem açıklama ve ısı köprüsü hakkında bilgiler vermiştir.

Nakıo lu O., (1997), kö elerde ısı köprüsü etkisinin dikkate alınması ve alınmaması durumlarında ısı kayıplarını ve iç yüzeyle sıcaklıkları arasındaki farkları incelemiştir.

Bulut Y., (1999), EN ISO 10211'in açıklanması esas almış ve ısı köprülerinde sıcaklık da ılımını hesaplayan bir bilgisayar programına ait çıktıları vermiştir.

Özkan E. ve Altun M.C., (2000), ısı köprülerinde ve yakın bölgesinde ısı ve nem ile ilgili performansın olumsuz etkilenmesini en aza indirecek seçenekleri belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, ısı köprülerinin ısı analizlerini HEAT3 benzetim programı ile nem analizlerini ise grafik yöntemle yapmışlardır. Amaçları ısı köprülerinin değerlendirilmesi olup çalışmalarında hesap metodunun geliştirilmesine de önem vermişlerdir.

Cihan M.T. ve Dilmaç ., (2003), tu la blokları arasına kesintili olarak yerleştirilen yalıtımlı duvarın ısı analizini, yalıtımın kesildi i bölgelerde oluşan ısı köprülerini dikkate alınarak gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla duvarın U değerini, ortalama olarak bulmuşlardır.

Anon (1990), ısı köprüsü problemlerinde kullanılabilcek basit matematiksel modellerin değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçları karılaştırılmıştır.

Yılmaz R. ve Apay C.A., (2006), betonarme yapılarda kolon ve kiriş bölgelerinde meydana gelen ısı kayıplarına sebep olan ısı köprülerinin nasıl oluştuğunu ve hangi tedbirler alınarak bu kayıpların önlenebileceği üzerinde durmuşlardır. Ayrıca örnek bir bina projesi üzerinde dış duvarlarda ve kolon-kiriş (donatılı beton) bölgelerinde oluşan ısı kayıplarını hesaplamışlardır.

Dilmaç ., Can A., Kartal S., (2004), ısı yalıtım sistemlerinin, ısı köprülerinin ısı davranışları ve enerji verimliliği üzerine etkilerini incelemiştir.

YAPILARDA OLU AN ISI KÖPRÜLER

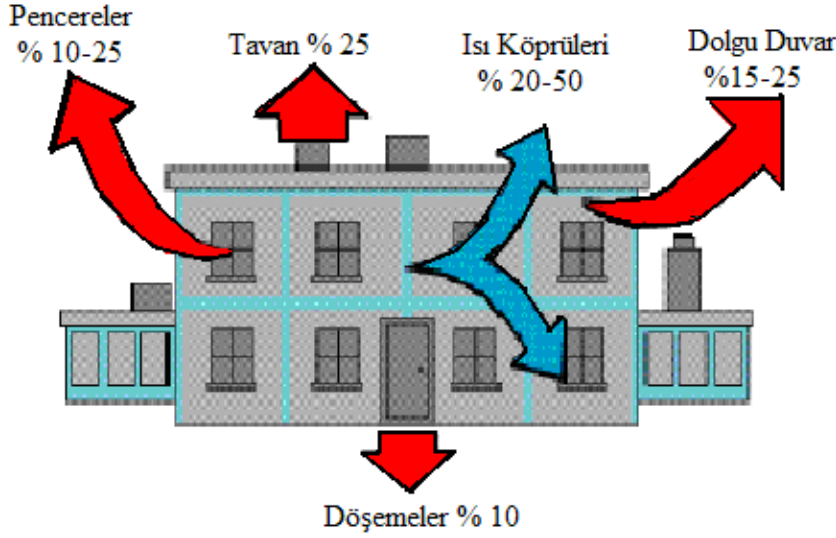
2.1 Giri

Türkiye’de ısı yalıtımına yeteri kadar önem verilmedi i için büyük oranlarda enerji kaybı meydana gelmektedir. Ülkemizde her yıl artan enerji ihtiyacını kar ılamak için mevcut enerji kapasitesinin arttırılmasına çalı mak ne kadar önemli ise, di er taraftan mevcut enerjiyi verimli ve tasarruflu kullanmak da en az o kadar önemlidir. Isı yalıtımı yoluyla enerji tasarrufu konusunda ülkemiz birçok Avrupa ülkesinin çok gerisindedir. sveç gibi so uk bir ülkede ya ayan biri Antalya’da ya ayan bir ki i kadar az yakıt harcayarak ısınma ihtiyacını mükemmel ekilde kar ılamaktadır. Ba ka bir deyi le ülkemizde 2-3 misli fazla enerji sarfiyatı olmaktadır.

Ülkemizde enerji tasarrufuna gereken önemin verilmemesinden dolayı her yıl önemli ölçüde (2,5-3 milyar dolar kadar) döviz kaybı olmakta ayrıca odun, kömür gibi yerli kaynakların hızla tükenmesine yol açmakta, petrol, do algaz gibi ithal edilen maddelere ödenen dövizin artmasına neden olmakta, ayrıca gere inden fazla tüketilen (kömür gibi) enerji maddeleri havanın kirlenmesini arttırmaktadır (Yılmaz, 2006).

Ülkemizde üretilen enerjinin %41’i konutlarda, %33’ü endüstride, %20’si ula ımda, %5’i tarımda, %1’i di er i lerde kullanılmaktadır. Görülmektedir ki, konut ve endüstri sektöründe etkin bir ısı yalıtımı uygulaması ile büyük bir tasarruf sa lanabilecektir (Karakoç vd., 1999).

Yapılardaki ısı kayıpları; %10’u dö emeler(temeller), %10-15’i pencereler, %25’i tavanlar, %15-25’i dolgu duvarlar, %20-50’si ısı köprüleri olu turmaktadır. Yapılardaki en fazla ısı kayıpları ısı köprülerin olu masıyla meydana gelmektedir (ekil 2.1).



ekil 2.1 Isı kayıpları (Karakoç vd., 1999)

2.2 Isı Köprüsü

Isı köprüsü tanımı yapılarda geçerlidir ve daha çok ısı kaybının, istenmediği halde fazla olduğu bölgeler için kullanılır. Isı köprüleri sıcaklık dağınığının bölgesel olarak bozulmasına neden olur. Pratik olarak düşünüldüğünde ısı kaybının diğer bölgelere göre arttığı bölgeler olarak düşünülebilir. Isı köprüleri yalnızca kış aylarında değil, yaz aylarında da etkilidir. Yazın da yapının diğer bölümlerine göre ısının daha fazla kazanıldığı bölümlerini oluşturmaktadır (Nakıoğlu, 1997).

Bir hacmi çevreleyen yapı elemanlarının içinde belirli yerlerdeki ısı köprüleri, ısı akımının çevreye göre daha yüksek olduğu bölgelerdir. Isı köprüleri, bitişik olan yapı malzemesine göre daha yüksek ısı iletkenliğine sahiptirler. Bu durumda iç ortama yönelik yapı elemanları yüzeyindeki ısı köprüsü bölgelerinde, komşu yüzeylere göre düşük yüzey sıcaklıkları ortaya çıkar (Yazar, 1989).

Yapı elemanına normal düz haldede olan ısı akımının,

a) Tam veya kısmi olarak bina kabuğuna giren ısı iletim katsayısı farklı olan malzemeler nedeniyle ve/veya

b) Yapı elemanlarının kalınlığındaki bir değişim ve/veya

c) Dış ve iç yüzey büyüklüklerinde farklılık olması (duvar, taban, tavan veya birleşim yerlerinde olduğu gibi) nedenleri ile açıklık haldede dikliğinin bozulduğu ve sabit sıcaklık eğrilerinin (izoterm eğrileri) paralelliklerinin bozulduğu yapı elemanlarının dış kabuklarında kalan parçalarıdır (Nakıoğlu, 1997).

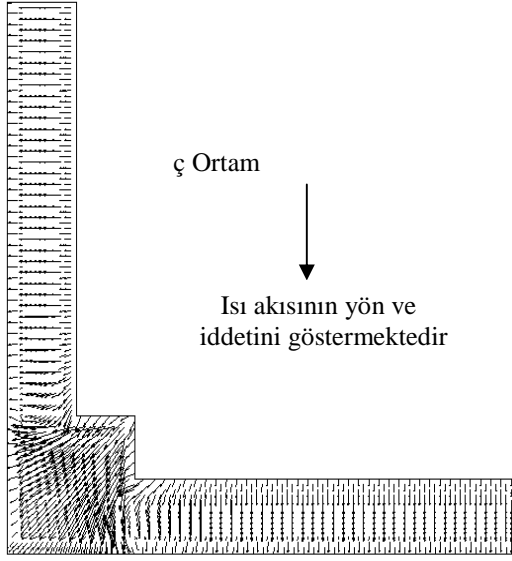
Binada bulunan ve ısı köprüsü oluşumuna neden olan detaylar;

1. Kiri ve kolonlar,
2. Hatıllar,
3. Balkon çıkmaları,
4. Döşemeler,
5. Pencere ve kapı döşemeleri,
6. Çatı çıkmaları, olmaktadır (Bulat, 1999).

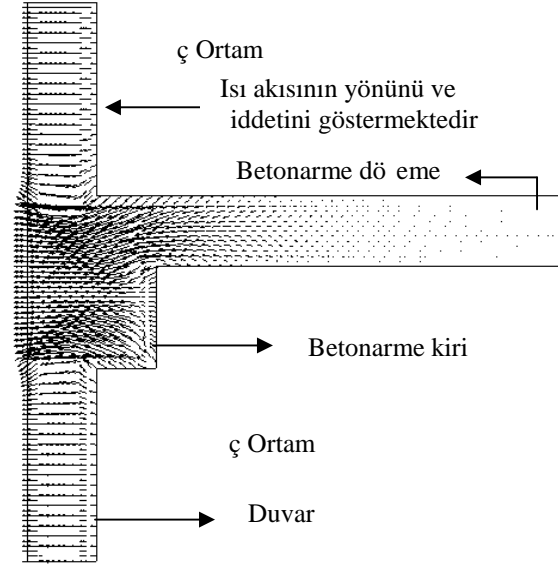
Isı köprüsü sorunları doğurdu ve sonuçlar açısından ele alınacak olursa, yapılan gözlemleri şöyle sıralamak olanaklıdır.

- İç yüzey sıcaklığı düşmekte,
- Yoğuşma oluşmakta,
- Küflenme (mantar) ortaya çıkmakta,
- Borularda su ile dolmakta, yapı ömrü daha iletken bir özellik kazanmakta,
- Örneğin yüzeyinde tozlanma görülmekte,
- Kimyasal paslanma (korozyon artmakta),
- Donma-çözülme etkileri baş göstermekte,
- Örneğin yüzeyinde kabarmalar, dökülmeler görülmekte,
- Dayanım düşmekte,
- Yapı uzantılarında zorlanmalar, çatlama görülmekte.

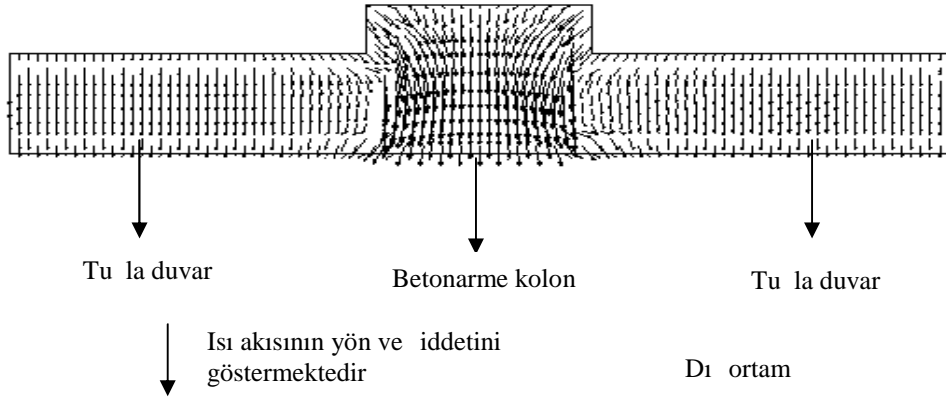
Binalarda ısı köprüsü, elemanın geometrisinden kaynaklanabilir. Örneğin, köşeler noktaları daima etkin ısı köprüleridir (ekil 2.2). Döşemelerde ise döşeme plakasının iç mekana doğru uzaması, iç tarafta geniş bir yüzeyden ısı iletimine sebep olmaktadır (ekil 2.3). Isı köprüsü oluşumunun diğer sebebi, farklı ısı iletkenliğine sahip malzemelerin yan yana kullanılmasıdır (ekil 2.4). Yalıtımlı duvarlar arasındaki betonarme elemanlar, döşeme-kiri ve döşeme-duvar ara kesitleri, bu ekipteki ısı köprüleri için temel örneklerdir.



ekil 2.2 Yapı elemanının kö e noktasında meydana gelen ısı köprüsü



ekil 2.3 Betonarme dö eme pla ının içeri do ru uzamasından kaynaklanan ısı köprüsü



ekil 2.4 Farklı yapı malzemelerinin yan yana gelmesinden kaynaklanan ısı köprüsü

2.3 Isı Köprülerinin Sınıflandırılması

2.3.1 Olu um Nedenlerine Göre

2.3.1.1 Geometri Sebebi ile Ortaya Çıkan Isı Köprüleri

Isı geçi i olan alanın büyüdü ü veya yapı homojenli inin bozuldu u (ekil veya boyut olarak) bölgelerde ortaya çıkar. Oda kö eleri, kenarları, çatıda yalıtım eksiklikleri nedeniyle olan ısı köprüleri bu tipe örnek olarak verilebilir. Kanatlar da bu çe it ısı köprülerine girer (Örne in hava so utmalı bir motorun silindir gömle i çevresindeki kanatlar). Fakat kanatlarda so utma nedeniyle ısı köprüsü etkisi olu turulmak istenmekte iken, yapılarda ortaya çıkan ısı köprüleri istek dı ıdır.

2.3.1.2 Malzeme Sebebiyle Olu an Isı Köprüleri

Yapıda kullanılan malzemelerin farklılı ından meydana gelirler. Temelde ısı iletim katsayısının büyük oldu u yerlerden daha fazla ısı geçi i olması nedeniyle olu urlar.

Ta ıyıcı elemanların etrafında, (betonarme kolon ve kiri ler, balkon çevresi, yalıtım ba lama elemanları, demir donatı gibi) ortaya çıkarlar.

2.3.1.3 Akı kan Akımının Olması Nedeniyle Olu an Isı Köprüleri

Yapı içerisinde akan farklı sıcaklıktaki bir akı kanın geçi i bölge çevresindeki katı ortamdaki sıcaklık da ılımını bozması nedeniyle olu urlar. Pencere kenarlarındaki hava kaçakları sebebiyle duvardan olan ısı geçi i durumu ya da duvarın içinden geçen sıhhi tesisat borularının duvardaki sıcaklık da ılımını de i tirmesi örnek olarak verilebilir.

2.3.1.4 Ortam Sıcaklıklarına Ba lı Olan Isı Köprüleri

Bölgesel olarak iç ortam sıcaklı ının ya da yüzey sıcaklı ının farklı olmasından dolayı olu urlar. Kalorifer peteklerinin arkasındaki duvarlardan olan ısı kaybı bu çe ide iyi bir örnektir.

2.3.2 Isı Köprüsünün ekline Göre

2.3.2.1 Do rusal Isı Köprüleri

Yapının uzunlu una göre geni li i dar olup yapının geni li i boyunca devam eden ısı köprüleridir. Oda kenarlarında yalıtım levhaları arasındaki bo luklarda olu an ısı köprüleri bu tiptedir.

2.3.2.2 Noktasal Isı Köprüleri

Ba ıl olarak küçük boyutlardadır. Yapının kalınlı ı boyunca uzamazlar. Genellikle yapı yüzeylerine dik olarak konulan ba lama elemanları çevresindeki ısı köprüleri bu ekildedir (Kalpak, 2006).

2.4 Isı Köprülerinin Etkileri

2.4.1 Sık Görülen Isı Köprüsü Etkileri

Basit ve sorunsuz gözükten bir yapıda bile ısı köprüsü etkileri ortaya çıkabilir. Bu etkiler ancak kesin hesaplar yapılarak de erlendirilebilir. A a ıda ısı köprülerinin ba lıca etkilerinden söz edilmektedir. Pratikte ço u kez bu etkiler birlikte ortaya çıkar.

2.4.1.1 Kö e Kenar Etkisi

Bir hacmi sınırlayan yapı elemanlarının kenar ve kö elerde kesime durumu ve geometrisi nedeniyle her zaman ısı köprüsü etkisi ortaya çıkmaktadır. Çünkü kö elerde iç yüzeyde bir çizgi boyuna kar ılıklı yüzeyde kö eyi saran geni bir alan bulunmaktadır. Basit ve tek boyutlu iletim hesabı buralarda do ru sonuçlar vermez.

Dı ortam sıcaklı ının dü ük oldu u kış aylarında kö elerde özellikle çok dü ük sıcaklıklar ortaya çıkar.

2.4.1.2 İlerleme Etkisi

Kenar veya kö elerdeki dü ük yüzey sıcaklıklarını önlemek için kritik bölgeye ek yalıtım yapılır. Kö elerde geni li i çok fazla olmayan bant ekinde bir yalıtım uygulanırsa, kritik bölge bu geni lik kadar ilerleyip yalıtımın bitti i yerde yeniden görülür.

2.4.1.3 Yalıtım Bo lu u Etkisi

Isı yalıtım tabakasındaki kesintilerden dolayı, birim alandan olan ısı kaybı yalıtım yapılmayan aynı duvardan olan ısı kaybından fazla olmaktadır. Tabaka aralarında olan uzaklık azaldıkça o aralıkta ortaya çıkan sıcaklık daha da dü mektedir. Yalıtım bo lu u noktasalsa etki daha da fazlala acaktır.

2.4.1.4 Dengeleme (Yayılma) Etkisi

Isı iletkenli i yüksek olan tabakalar bölgesel olarak sıcaklık farkları olan bir yüzeyde sıcaklık dengesi kurarlar. ç yüzey sıcaklık da ılımında çok dü ük bir minimum sıcaklık noktası bölgesi olan bir yapıda, ısı iletim katsayısı yüksek bir malzemedden yüzey üzerine belli kalınlıkta uygulanırsa, minimum sıcaklık noktasındaki sıcaklı ın arttı ı görülecektir.

2.4.1.5 Ta ıyıcı Elemanların Etkisi

Bir yapının içindeki ta ıyıcı elemanlar (kiri ve kolonlar), yüksek ısı iletim katsayıları nedeniyle ısı akısı yoğunluğunu ve sıcaklık dağılımını etkilerler. Demir donatılı bir yapının ortalama toplam ısı geçi katsayısı, ta ıyıcı elemanı olmayana göre daha yüksek olur. Isı iletim katsayısındaki artma doğal olarak düşük yüzey sıcaklıklarına neden olur. Ta ıyıcı elemanların iletim katsayısı ve yoğunluğu bu etkinin farklılaşmasına neden olur.

2.4.1.6 Kom u Hacimlerdeki Yalıtımın Etkisi

Birden fazla hacmin birbirleri ile ısı ileten tabakalar aracılığı ile teması varsa; her hacmin yalıtımındaki bölgesel değişim, diğer hacimlerin yüzeylerindeki sıcaklık dağılımına etki eder.

Her ikisi de dış ortam ile kom u odalardan birisine ek olarak yapılan yalıtım, yalıtım yapılmayan odadaki yüzey sıcaklığının düşmesine ve ısı kaybının artmasına neden olacaktır.

2.4.1.7 Birden Fazla Etkinin Beraber Etkisi

Pratikte çoklulukla etkiler tek olarak ortaya çıkmaz. Analizi yapılan bir yapı bölümünde elde edilen sonuçlarda hangi etkinin derecesinin ne kadar olduğunu bilmek çok zaman olanaklı olmaz. Değişik tipteki ısı köprüleri etkilerinden ve davranışlarından haberdar olmak bir yapının tasarlanma sürecinde bu etkiler göz önüne alınmak suretiyle fayda sağlayacaktır (Nakıo lu, 1997).

2.5 Isı Köprülerinin Günlük Yaşam Üzerindeki Etkileri

Isı köprüleri genel olarak iklimsel değişkenlerin yapı içi değişkenler üzerindeki etkilerini arttırarak yapı içi ısısal konforu, nemsel olaylara (terleme, yoğunlaşma) neden olarak yapı sağlığını ve ısı enerjisi tüketimini arttırarak enerji sorununu olumsuz yönde etkiler. Bütün bunlar insan sağlığı üzerinde belirleyicidir ve birbirleri ile ilişkilidir.

2.5.1 Isı Köprülerinin Yapı İçi Isısal Konfor Üzerindeki Etkileri

Sıcaklık farklılıkları nedeniyle oluşan ısı alıverişi sıcaklıklar ehit oluncaya kadar sürdüğü için konfor koşullarının sağlanması kadar sürekliliğinin korunması da önemlidir. Fakat ısı köprüsü oluşumları, sahip oldukları özelliklere bağlı olarak iklimsel

de i kenlerin yapı iç ortamına ba lı de i kenler üzerindeki etkilerini arttırarak, iç ısısal konfor ko ullarının süreklili ini bozmaya çalı ır.

Yapı kabu unun ısı geçirgenlik direnci arttıkça iç yüzey sıcaklı ı da artar. Isı köprüleri ısı geçirgenlik direncini azalttıkları için yüzey sıcaklıklarını önemli ölçüde dü ürür. Dolayısıyla yüzey sıcaklı ı ile iç ortam hava sıcaklı ı arasında sıcaklık farkı olu ur (konutlarda 5-6 °C). Bu fark insan sa lı ı açısından olumsuz bir etki gösterebilir. Kış aylarında iç yüzey sıcaklıklarında dü meler, yaz aylarında ise artı görölür. Oysa iç yüzey sıcaklı ı öyle bir düzeyde tutulmalıdır ki; tüm yapı yüzeylerinde bir yo u ma meydana gelmemeli ve bu yüzeyler sa lık yönünden sakıncalara yol açmamalıdır.

Yapı içindeki yüzey sıcaklıklarına ba lı olarak nem oranı da önemli ölçüde etkilenir. Yüzey sıcaklı ı ç i le me sıcaklı ının altında ise yüzeyde meydana gelen terleme ile iç ortam nemi su haline dönü ür. Kışın özellikle tek katmanlı saydam yüzeylerde terlemenin gerçekleşmesi ve olu an suyun silinerek uzakla tırılması iç ortam nemini azaltır. Nem denetimi söz konusu de ilse; ısı köprüleri iç ortam ba ıl neminin yüksek oldu u kış aylarında, nemi dı ortama geçmesine sebep olur ya da iç ortam nemi kabuk kesitinde yo u arak suya dönü ebilir. Bunun gibi sebeplerden dolayı ısı köprüleri iç ortam ba ıl nemini olumsuz yönde etkiler (azaltır ya da artırır).

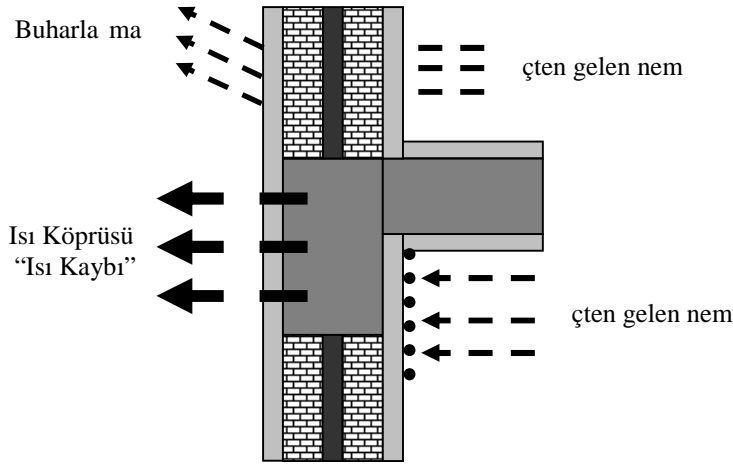
Isı köprüleriyle olu an ani sıcaklık de i imi iç ortamdaki hava hareketi üzerinde etkilidir. Hava hareketlerindeki ani de i meler insan sa lı ını olumsuz olarak etkiler.

Yapı içi ısısal konfor ko ullarını belirlemesi açısından, yapı iç ortamına ba lı de i kenleri referans almanın dı ında ısı köprülerinin di er de i kenler üzerindeki etkilerinden de söz edilebilir. Ama bu de i kenleri olumsuz yönde etkilemesi, ısı köprülerinin yapı içi ısısal konfor ko ullarını bozucu özellikte oldu unu göstermektedir.

2.5.2 Isı Köprülerinin Yapı Sa lı ı Üzerindeki Etkileri

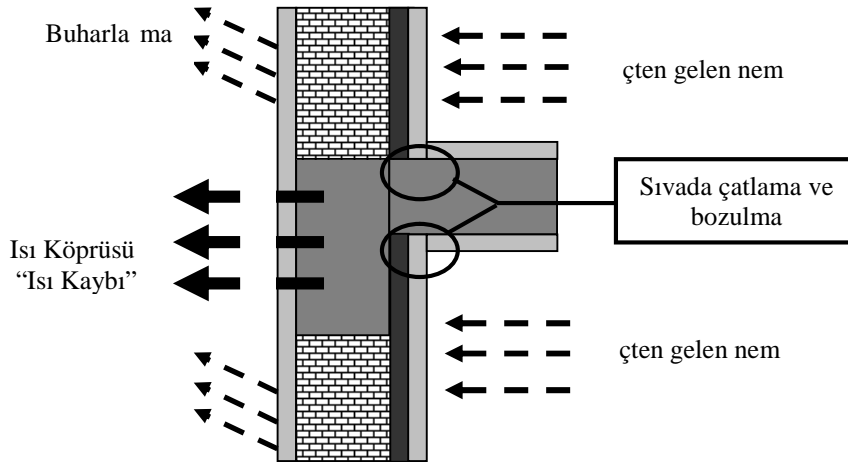
Isı köprülerinin yol açtı ı di er bir problem de yo u madır. Yo u ma, duvarın iç ve dış yüzeyinde boyaların ve sıvaların dökülmesine, mantarlanma ve küflenmeye sebep olmaktadır. Her yıl boya ve tamir gerekmektedir. Yo u manın sebebi; sıcaklı a ba lı kısmi basıncın iç ortam ile dı ortam arasındaki farklılı ı nedeniyle buhar geçi i olu maktadır. Buna ba lı olarak duvarı olu turan malzemelerin ısı iletkenlik ve buhar difüzyon direnç de eri arasındaki uyumsuzl undan dolayı yo u ma olu maktadır (ekil 2.5). Bu yo u mayı bir örnekle açıklayacak olursak; iç ortamın +22 °C ve dı ortamın -10°C oldu unu varsayalım, bu durumda iç ortamdaki doymu su buharı

basıncı 2645 Pa, kısmi buhar basıncı 1587 Pa (% 60 nem), dış ortamda ise doymuş su buharı basıncı 260 Pa, kısmi buhar basıncı 156 Pa (% 60 nem)' dir (TS 825).



ekil 2.5 Isı köprüsü ve yo u ma

Isı köprülerinin yalıtılmaması ciddi miktarda ısı kaybına neden olmanın yanı sıra çatlak oluşmasına da yol açmaktadır (ekil 2.6).



ekil 2.6 Cephe de meydana gelen sıva üzeri çatlama ve bozulma

Suyun, yo u ma yoluyla gereç içerisindeki bo luklarda ilerlemesi, dolayısıyla da ortamda belirleyici olması, paslanma olgusuna ivme kazandırmı olmaktadır. Özellikle beton içerisinde, ba ta kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) olmak üzere, beton donatısını koruyan bazı özellikli etkenler su ile ortamda etkisizleştirilince, paslanmadan kaynaklanan büyük sakıncalar ortaya çıkabilmektedir. Havadaki kömür asidi (CO_2) sulu ortamda daha çabuk yapılarak kireç hidratın karbonatlaşmasına basamak olmaktadır. Bu halde paslanma sakıncası yalnız çelik donatıya karşı değil, özde

biçimde betona karı da söz konusu olmaktadır. Beton dokusu, özellikle çimento hamuru, fiziksel olarak donma-çözülme etkisiyle de bozulmaya u ramaktadır. Böylece güçsüzle en ba layıcı, betonun bütünlü ünü koruyamayıp, özellikle ta ıyıcı uzantıların dayanma (mesnetlenme) yerlerinden çatlamlarına, yıkılmalarına neden olabilmektedir. Buradan da anla ıldı ı gibi, do al olarak ısı köprülerinin daha çok ısı yitimine neden oldukları varsayılırsa da mekanik etkileri de gözden uzak tutulamayacak derecede büyük olabilmektedir (Yetgin, 2008).

2.5.3 Isı köprülerinin Enerji Sorunu Üzerindeki Etkileri

Enerji kaynaklarının kullanımı modern hayatın vazgeçilmez bir gereksinimi haline gelmiştir. Bu kaynakların miktarlarında meydana gelen azalma gereksinimlerin karşılanamaması anlamına gelmektedir. İnsanın yaşam standartları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan enerji kullanımının, doğaya verdiği zararlar ile insan yaşamını tehdit etmektedir. Dolayısıyla içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda enerji sorununun artık göz ardı edilemeyeceği gerçeği, bir dayatma gibi kendisini göstermektedir.

Isı köprülerinin, yapıda bulunma düzeylerine bağlı olarak ısı kayıp ve kazançlarına yol açması, gereksiz enerji kullanımına sebep olur. Gereksiz enerji kullanımı, enerji sorununu oluşturan nedenlerdendir.

Bütün bu gerçekler ışığında, ısı köprülerinin, insanın gereksinimlerine yönelik olarak tasarlanan yapı kabuğunda meydana gelmesi, yapının yapılma amacına aykırıdır. İnsanın en temel gereksinimi yaşamaktır. Bu da tahrip olmaması bir doğada içinde uygun yaşam standartlarının sağlanması ile mümkün olabilir.

2.5.4 İnsan Sağlığına Etkileri

Yapılar insan yaşamının büyük bir bölümünün (yaklaşık % 90) geçtiği yapı çevreler oldu için; üretimlerinde ısı köprülerinin oluşumlarına sebep olabilecek etkenler (bilgisizlik ve deneyimsizlikten kaynaklanan hatalı tasarım ve uygulamalar vb) insan sağlığının dolaylı ve doğrudan olumsuz yönde etkilenmesinin ana nedenleridir.

Isıl konforu sağlamak için ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı dükürülmelidir. Bu fark ne kadar yüksek olursa konfor da o kadar dükük olacaktır. Konforlu bir mekan için bu farkın en fazla 3 °C olması gerekir. İç yüzey sıcaklıklarının dükük olması durumunda ısının ortam içinde soğuk yüzeylere doğru hareketi, istenmeyen hava akımları oluşur. Bu hava akımları da konforu azaltarak hastalıklara neden olur.

Isı köprülerinin yapı içi ısısız konfor ko ullarını etkilemesi, insan metabolizmasının ısı dengesini bozabilir. Yapı hasarlarına yol açması insanın yapı vasıtası ile sa ladı ı tüm gereksinimlerine zarar verir. Enerji sorununa yol açması ba lı ba ına insan ya amını tehdit eder. Sonuçta insan sa lıksız ve dolayısıyla da mutsuz olur (Bayar, 2002).

KONUTLARDA UYGULANAN ISI YALITIM S STEMLER VE ISI KÖPRÜSÜ ÜZER NDEK ETK LER

3.1 Giri

Dünyada günümüzde enerji tasarrufu özellikle bina sektöründe önemle üzerinde durulan bir konudur. Geli mi ülkelerin hiç birinde, ülkenin enerji darbo azına giriyor endi esinin kar ılı 1, yeni enerji santralleri yapımı olmamı tır. Bunun yerine sektörlerde enerji verimlili inin artırılmasına çalı ılmı tır. Günümüzde bunun daha da kazançlı oldu u görülmü tür. Ayrıca enerji tasarrufunun artırılmasıyla, geli mi ülkelerde hava kirlili i sorununun kalmadı ı görülmektedir. Bu ülkelerin hemen hemen hepsi 1973 ilk petrol krizinden itibaren bu stratejiyi uygulayarak ülke ekonomilerine önemli katkılarda bulunmu lardır. Avrupa'da bir binanın yıllık enerji gereksinimi 100 kwh/m²'nin çok altına çekilmi tir. Ülkemizde bir binanın yıllık enerji gereksinimi ise, daha önce yapılan çalı maların sonuçlarına göre, 200 kwh/m²'nin üstüne çıktı ını göstermektedir. Bunun sonucunun ülke ekonomisine olumsuz etkisi açıktır. Ayrıca ülkemizde ya anan enerji dar bo azının da önemli sebeplerinden biridir. Bu a ırı tüketimin a a ı çekilebilmesi için; binalarda ısı yalıtımının uygulanması ve do al ya da mekanik havalandırmalardan kaynaklanan ısı kayıplarının azaltılmasının sa lanması gerekmektedir.

Ülkemizde ısı yalıtım uygulamalarının istenilen seviyede olmamasının yanı sıra, uygulamalarda önemli hatalar yapılmakta ve sistemin performansını önemli ölçüde azaltmaktadır. Isı yalıtımının uzman bir ekip tarafından do ru bir teknikle uygulanması, amaca uygun yeterli kalitede malzeme ve donanım sayesinde bu sorunun önüne geçilebilecektir. Detaylarda ise, kullanılacak ısı yalıtım malzemesinin ekonomik yalıtım kalınlı ı, minimum yatırım maliyeti ile maksimum enerji tasarrufu sa layabilecek kalınlıktır. Bu da malzemenin ısıl özelliklerine, malzeme ve uygulama maliyetine, iklime ve enerji fiyatlarına ba lı olarak de i ebilmektedir.

Neticede yapıların ısıtılması (so utulması) konusunda gere inden fazla enerji harcanmakta, yapı konforu azalmakta, çevre kirlili i ve i letme maliyeti artmakta bu da ülke ekonomisine büyük zararlar vererek gereksiz döviz kaybına neden olmaktadır. TS 825'e göre ısı yalıtım kurallarına uygun detayların yapılarda uygulanması konusunda ba ta e itimcilere, yerel yönetimlere, mimar-mühendislere, yapı sahiplerine, basın yayın kurulu larına büyük görevler dü mektedir (Koçu ve Korkmaz, 2003).

3.2 Isı Yalıtımı

Kış aylarında soğuk dış hava ile bina içerisindeki ısıtılmış havanın arasında oluşan büyük sıcaklık farkı sebebiyle, bina içerisindeki ısı süratle bina dışına doğru hareket eder, çatıdan, pencereden ve büyük miktarda duvardan kaçar.

Dışarı kaçan ısının yerini doldurmak için, daha çok enerji harcarız. Bina dışı duvarlarında, dışarıdan bir ısı yalıtımı uygulaması var ise, dışarı doğru kaçmaya çalışılan ısı, yalıtım levhalarından az geçer, dolayısıyla iç havayı sürekli ısıtmaktan kurtuluruz. Isıtmak için sarf edeceğimiz yakıt önemli ölçüde azalır. Bu durum hem bireysel ekonomiye, hem devlet ekonomisine hem de hava kirliliğinin azalmasına büyük katkı sağlanmaktadır.

Bu arada bina dışı duvarını dışarıdan yalıtırken, çatı ve pencereler için de gerekiyorsa bodrum tabanı içinde tedbir alınmalıdır.

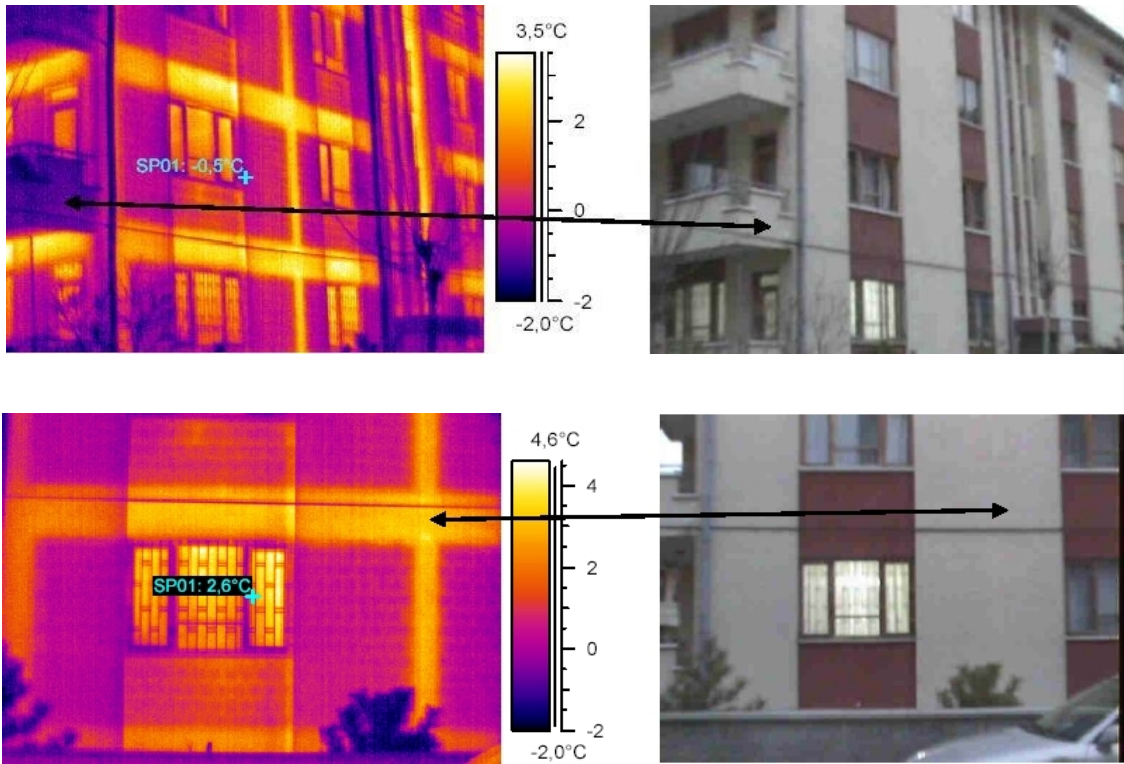
Isı yalıtımının bir diğer faydası için şöyle bir örnek verebiliriz; Bir otomobilin arka camını düşünelim, kış günlerinde arabanın içi ısıtıldığında zaman içerisindeki su buharı dışı havanın etkisiyle soğuk olan arka cam üzerinde terleme yapar ve bir süre sonra su tanecikleri süzülür. Bunu önlemek için cam (içerisinden geçen elektrik telleri vasıtasıyla) ısıtılır, cam ısınınca terleme biter.

Aynı olayı bir bina için düşünürsek, yalıtılmamış bir binada dışı duvarlar kış aylarında (özellikle kuzey cephelerinde) soğuk olur. Çamkârda oluşan sıcak su buharı (insan nefesi, mutfak, banyo v.s) soğuk duvarlar üzerine yoğunlaşır ve duvar yüzeyinde rutubet ve küf oluşur, hatta duvardan sular akmaya başlar ve dışarıdan yağmur sularının içeri girdiği zannedilir. Bunu önlemek, dışı duvarın sıcak olmasını temin etmekle mümkündür (Dağöz, 1999)

3.2.1 Isı Yalıtımının Amacı

Sıcaklık etkilerinden yeterli olarak korunma, sağlıklı ve uygun bir iç iklimsel çevrenin oluşmasını sağlamak, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamak, enerji tasarrufunu arttırmakla mümkün olur. Sıcaklık etkilerinden yeterince korunma, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzeylerinde su buharı yoğunlaşmasını önler. Bileşenlerde sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu hareketleri küçültür ve böylece yapıda bu olaydan ileri gelebilecek zararları önleyerek yakıt giderlerini azaltmakla birlikte, binanın bakım ve onarım giderlerini de azaltır. Duvarın iç ve dış yüzeylerindeki ısı farklılıklarını en aza indirerek, terleme sonucu oluşan küflenme ve siyah lekelerin oluşmasına mani olur, böylece sıva, boya ve duvar kaplamaları korunmuş olur.

Yüzey sıcaklıklarının ölçümünde, ısı kayıp ve kazanç alanlarının belirlenmesinde, yapılan yalıtım uygulamalarının (hatalı uygulamalar, yetersiz yalıtım kalınlıklarının tespiti gibi) kontrolünde ve enerji daıtım hatlarının etkinli inin de erlendirilmesi ve toplam önleyici bakım çalı malarında kullanılan en yeni ve kapsamlı teknolojilerden biri olan Kızılötesi Ölçümleme Tekni i (termal kamera ile yapılan ölçüm tekni i) ile; kontrol edilen cisim yüzeylerinin sıcaklık haritaları hızla çıkartılarak, problemlı bölgeler (ısı köprüleri, yetersiz veya hatalı yalıtımın i areti olan ısı kayıp bölgeleri) kolaylıkla saptanmaktadır. Sıcaklık haritalarında, açık renkler çok sıcak bölgeleri, koyu renkler ise so uk bölgeleri göstermektedir. ekil 3.1’de binalardan termal kamerayla elde edilen çekim görüntüleri gösterilmi tir.



ekil 3.1 Termal kamera görüntüleri (Buyruk vd., 2006)

ekil 3.1’de açık renkle gösterilen bölgeler, ısı köprülerini olu turan kolon ve kiri kısımlarıdır. Görüntülerde de oldu u gibi yalıtımsız bir binada, ısı kayıplarının en fazla oldu u bölgeler buralar oldu undan, bu kısımlarda renk binanın di er kısımlarına göre daha açıktır.

3.2.2 Isı Yalıtımının Gerekçeleri

- Yazın a ırı sıcaktan, kı ın so uktan korumak.
- Bina içinde ve duvar yüzeyinde so uk noktaları önlemek, homojen bir sıcaklık ve

konfor elde etmek.

- Binaların dışı kabuğunu ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilmelerin ve rutubetin tahribinden korumak (Dış kabukta oluşan ısısal farklılıklar tonlarca yükü elde eder gerilmeler ve çatlama yapabilmektedir).
- Yoğulu mayı önlemek ve terasta su yalıtımını ısısal tahribattan korumak.
- Hava kirliliğini azaltmak
- Gerek ısıtmada gerek soğutmada (klimada) yakıt ve enerji masraflarından ve işletme giderlerinden tasarruf sağlamak.
- Isı yalıtımı ile ısı kaybı ve kazancı azaldığından ve dolayısıyla daha küçük ısıtma soğutma cihazı ve armatürleri kullanılacağından ilk yatırım maliyetini azaltmak.
- Doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de bırakabilmek için gereklidir (Polipan, 2006).

Konutlardaki en büyük ısı kayıpları duvar, döşeme, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi yapı elemanlarından gerçekleşmektedir. Bu bölgelerden oluşan ısı kayıpları oranları yapının mimarisine, konumuna, ısı yalıtım durumuna ve kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Isı köprülerinin doğrudan olarak projelendirilmesi ve uygun bir şekilde yalıtımı önemli yararlar sağlar:

- Yüzeyde yoğulu mayı, estetik problemler, çatlama oluşması gibi yapısal problemlerin önlenmesi
- Kolon ve kirişlerdeki donatıda oluşabilecek muhtemel korozyonun önlenmesi
- Küflenmenin önlenmesi
- Isı kaybının azaltılması - enerji tasarrufu (Isı köprülerinin, ısı kaybeden yüzey alanına oranı kadar azaltılabilir)
- Konfor artışı

Günümüzde Türkiye’de dış duvarlardaki yalıtım, ısı yalıtım malzemesinin konumuna göre 4 farklı sistemde uygulanmaktadır.

- Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları (Mantolama)
- Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları
- Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamaları (Sandviç Duvar)
- Havalandırılmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları (Giydirme Cephe Sistemi)

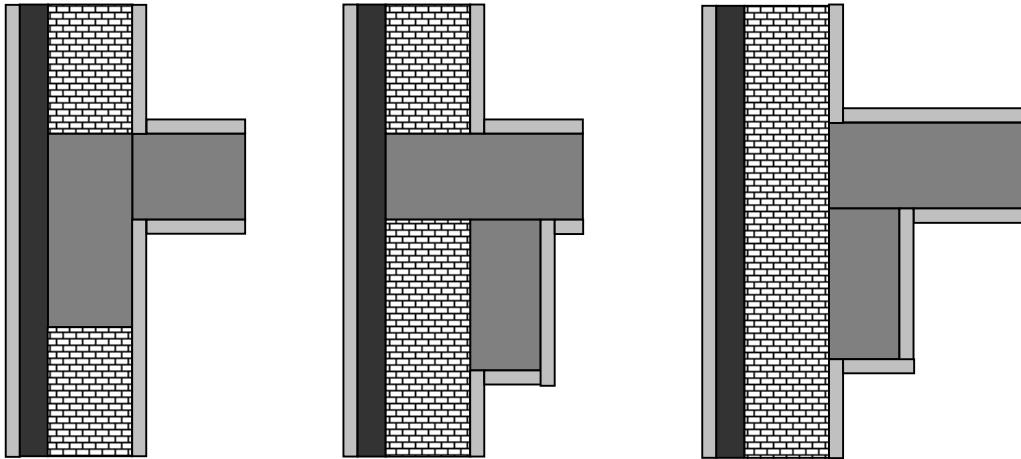
3.3 Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları

Avrupa ve Amerika’da yaygın bir şekilde kullanılmakta olan dışarıdan yalıtım sistemi; Türkiye’de son birkaç yıldır daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Dışarıdan yapılan

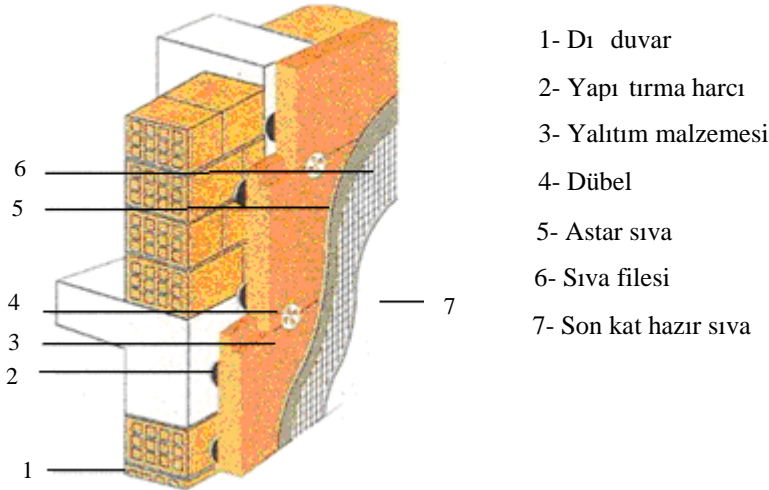
yalıtım, yapı fizi i yönünden en uygun sistem olarak kabul edilmektedir. Bu sistemde yalıtım binayı bir manto gibi sarmakta, ısı köprüsü oluşmamasını sağlar. Böylece sıcaklık değişimlerinden meydana gelecek gerilme ve çatlaklar önlenmekte, havalandırma sayesinde yapının sürekli kuru kalması sağlanmaktadır. (ekil 3.2)

Dışarıdan yalıtım sistemi, yeni yapılara uygulanabileceği gibi, mevcut binalara da kolayca uygulanabilmektedir. Kullanılmakta olan binalarda, uygulama sırasında tüm duvar ve tavan yüzeyleri bina dışı ortamda gerçekleştirilmekte; bunun için de tüm cepheye bir iskele kurulması gerekmektedir. Dışarıdan yalıtım sisteminin maliyeti diğer sistemlere göre daha yüksek olmasına rağmen konut gibi uzun süreli kullanılan mekânlar için en uygun sistemdir.

Duvarlara dışarıdan ısı yalıtım uygulanması ile binanın bakım ve onarım masrafları azalmakta, bina ömrü uzamaktadır. Bu avantajlarına karşılık sistemin diğer yalıtım sistemlerine oranla daha yüksek maliyetli olması, yağmur, rüzgâr ve dış atmosferik olaylara karşı koruyuculuk gerektirmesi ve iskele kurulması ihtiyacı dışarıdan yalıtım uygulamasının dezavantajları olarak gösterilebilmektedir.



ekil 3.2 Dış duvarlarda dışarıdan ısı yalıtım uygulamaları

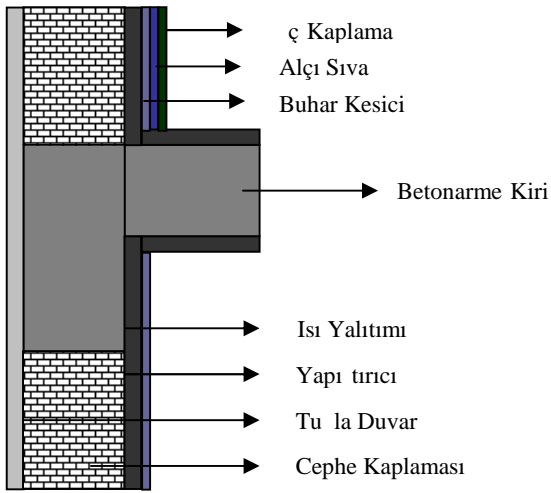


ekil 3.3 Dış duvarlarda dış tan yalıtım uygulama resmi (Özpor, 2005)

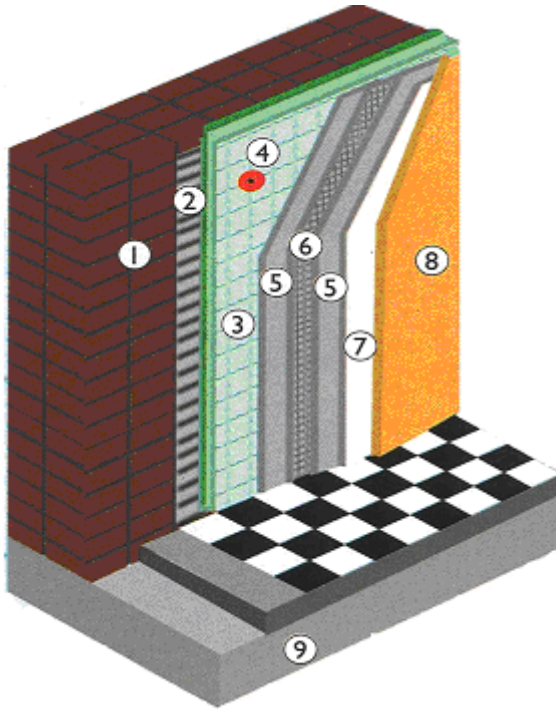
3.4 Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları

Günümüzde konutlarda da sıklıkla uygulanan bu sistem; bürolar, konser ve sinema salonları gibi kısa süreli kullanılan, sürekli bir ısıtma gerektirmeyen mekânlarda uygulandı ında daha olumlu sonuçlar vermektedir. Bu sistemde duvarların ısı depolama yetene i az, ancak ön ısınma süreleri kısadır. İç yüzeyden ısı yalıtımı yapılması durumunda, buhar difüzyonu sonucunda ısı yalıtım malzemesi içerisinde yo u ma olasılı ı oldukça yüksektir. Bu sebeple, yalıtım levhalarının sıcak tarafında mutlaka bir buhar kesici malzeme kullanılmalıdır (ekil 3.4). İçeriden yapılan yalıtım, özellikle mevcut binaların ısı yalıtımında ve dış tan ısı yalıtımı tercih edilmeyen durumlarda uygulanmaktadır. Ancak bu uygulamalarda, dö emelerin, kolon, kiri ve perdelerin dış duvara ba landı ı kısımlarda meydana gelen ısı köprülerini ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir. Dış tan yalıtımlı duvarlarda görülen uygulama tekni inin güçlü ü ve maliyet artı ı gibi olumsuz özelliklere kar ın, iç yüzeyden yalıtımlı duvarlarda uygulama kolaylı ı ve maliyetin dü mesi olumlu özellikler arasında sayılmaktadır.

İçeriden yapılan yalıtımın avantajları arasında, bina dış görünüşüne etki etmemesi, iskele gerektirmemesi, uygulama sırasında dış hava durumundan etkilenmemesi, uygulama kolaylı ı, istenilen mekân ya da duvar için uygulama olana ı vermesi, daha ekonomik olması sayılmaktadır. Ancak içeriden yalıtımda sıcaklık farkları sebebiyle oluşan ısıl gerilmeler sonucu içyapıda bozulmalar ve çatlaklar oluşabilmekte, yazın iklimlendirme cihazı kullanılmaması durumunda iç ortam sıcaklı ında yüksek artı lar oluşabilmekte ve iç hacimde alan kayıpları oluşmaktadır.

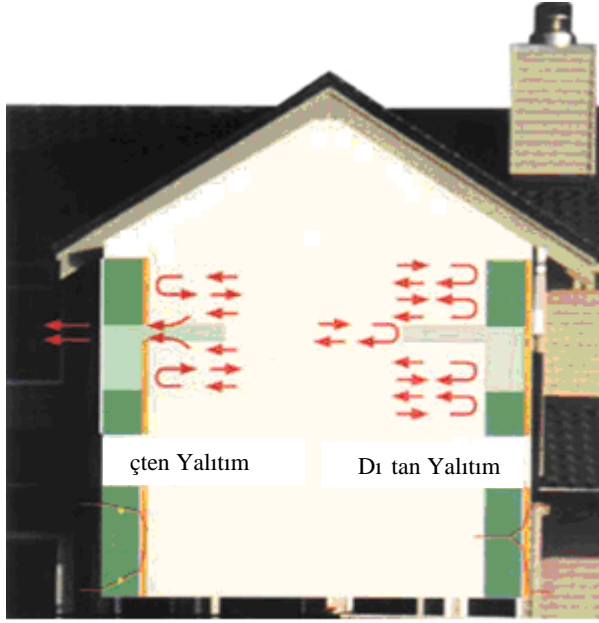


ekil 3.4 Dı duvarlarda içten yalıtım detayı



- 1- Dı duvar iç yüzeyi
- 2- Yalıtım pano yapı tırıcısı
- 3- Yalıtım malzemesi
- 4- Dübel
- 5- Yalıtım 1. kat sıva
- 6- Elyaf sıva filesi
- 7- Dekoratif kaplama 2. kat sıva
- 8- ç cephe boyası
- 9- Dö eme betonu

ekil 3.5 Dı duvarlarda içten yalıtım uygulama resmi (Atermit, 2005)



ekil 3.6 İçten ve dıştan yalıtımın gösterimi (zoder)

Tablo 3.1 İçten ve dıştan yalıtım kıyaslaması

İçten Yalıtım	Dıştan Yalıtım
Isı köprüsü olu makta	Isı köprüsü olu mamakta
Ta ıyıcı sistemde ısı gerilmeler olu makta	Ta ıyıcı sistemde ısı gerilmeler olu mamakta
Mekan içerisinde ısı depolanmaz	Mekan içerisinde ısı depolanır

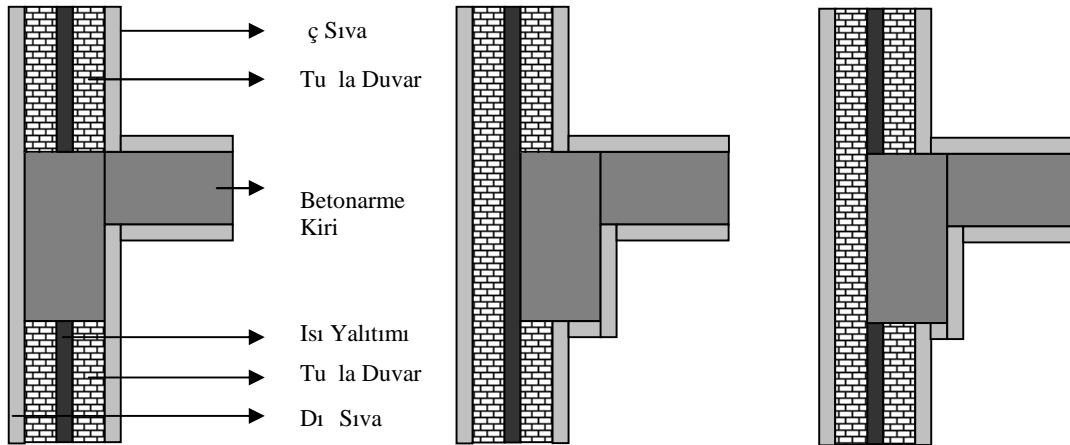
3.5 Çift Duvar Arası (Sandviç) Isı Yalıtım Uygulamaları

Çift duvar arası ısı yalıtım uygulamaları sandviç duvar, sandviç yalıtım veya sandviç sistem yalıtımı gibi tanımlarla ifade edilmektedir. Aslında sandviç ifadesinin, tabakaları fabrikasyon olarak birleştirilmiş hazır elemanlar için kullanılması daha uygun ise de masif duvar yalıtım tekniği olan bu sistemi tanımlamak için de ülkemizde sandviç duvar ifadesi sıkça kullanılmaktadır. Çift duvar arasına sert köpük levhaların yerleştirilmesiyle oluşturulan, uygulaması en kolay yöntemdir. Duvar yapısı farklı kalınlıkta ve ta ıyıcılıkta olabilmektedir. Türkiye'deki çift duvar arası ısı yalıtım uygulamalarında, çoğunlukla betonarme yüzeyler yalıtılmamaktadır. Betonarme yüzeylerdeki ısı köprülerinin oluşumunu engellemek, yapının dıştan yalıtılmasıyla (mantolama) mümkün olmaktadır. Yurtdışında yapılan uygulamalarda ısı köprülerini önlemek amacıyla betonarme yüzeyler de yalıtılmaktadır (ekil 3.7).

Sandviç duvar olarak bilinen çift tabakalı duvarlar bo lüksüz veya bo luklu olarak uygulanabilmektedir. Avrupa ülkelerindeki çift duvar arası yalıtım uygulamalarında duvar detayları u ekildedir.

- Beton bloklar arasına ısı yalıtımı
- ç duvar beton blok, dı duvar cephe tu lası, aralarında ısı yalıtımı
- ç duvar orta yo unlukta beton blok, dı duvar cephe tu lası, aralarında ısı yalıtımı
- ç duvar gazbeton, dı duvar cephe tu lası, aralarında ısı yalıtımı

Sandviç duvar uygulamalarında, iki farklı duvar katmanının deprem anında açılıp birbirlerinden ayrılmaması için sık aralıklarla tel veya metal kenetlerle birbirine ba lanması gerekmektedir. Ancak ülkemizde bu önlemin pek uygulanmadı ı görülmü tür. Ülkemizde yapılan uygulamalarda, her iki duvar arasında bu duvarların birlikte çalı malarını sa layacak ba lantı elemanları kullanılmamakta, bu nedenle duvar katmanları birbirinden ayrılmakta hatta yıkılmaktadır. Uygulamalarda bu durumu engelleyici önlemler alınması zorunludur. Duvar kesitinde, dı duvar ile ısı yalıtım tabakası arasında yo u ma olabilmektedir. Bu durum hem ısı yalıtım malzemesinin verimini dü ürmekte hem de iç yüzeyde istenmeyen görüntülere sebep olabilmektedir. Detaylandırmada duvar kesitinden içeri sızabilecek ya mur suyunun ve olu abilecek yo u ma suyunun dı arı atılmasına imkân veren drenajlar olu turulmalıdır.



ekil 3.7 Türkiye ve yurtdı nda uygulanan çift duvar arası ısı yalıtım detayları

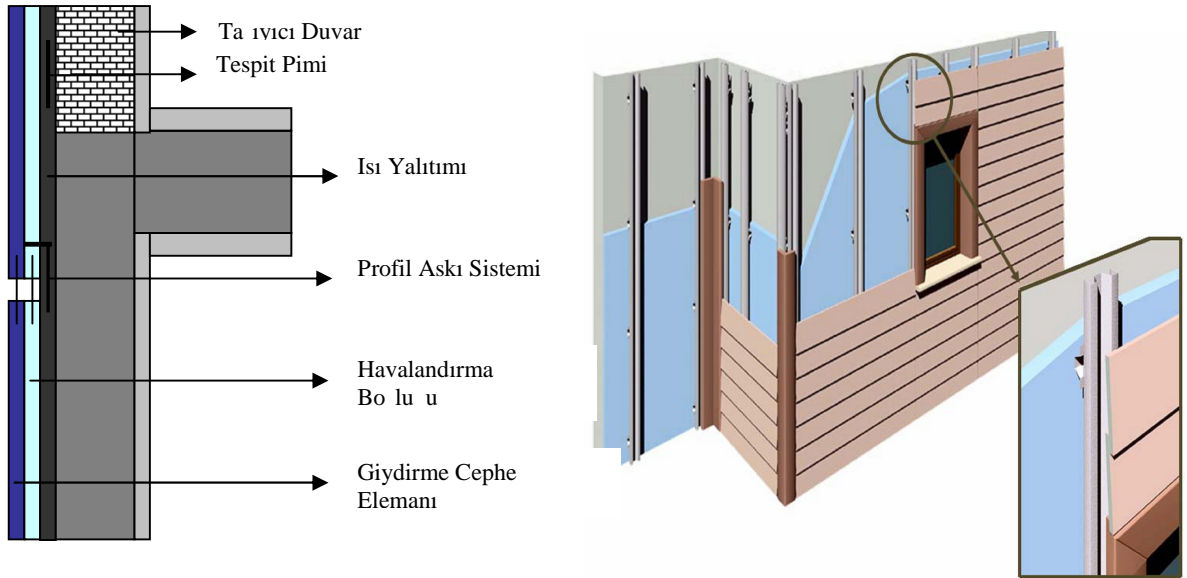
3.6 Havalandırılmalı Dı Duvar Yalıtım Uygulamaları

Yapının mevcut duvarına uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzeme arasında hava bo lu u bulunan sistemlerdir. Türkiye’de, özellikle büyük ehirlerimizde sayısı giderek artan ve büro yapısı dı nda günümüzde konut olarak da tercih edilen yüksek yapılarda uygulanan bu sistemde, yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kaybı;

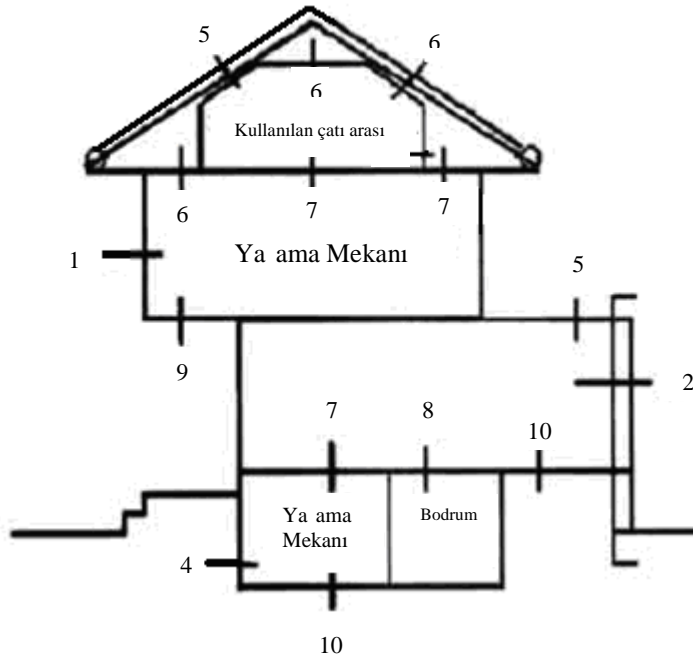
pencereler ile parapet bölgesini oluşturan duvar elemanlarında meydana gelmektedir. Tuğla ya da betonarme parapetli sistemlerde kullanılacak yalıtım malzemesi; parapetin iç yüzünde ve parapetin dış yüzünde olmak üzere 2 farklı konumda uygulanabilmektedir. Parapetsiz sistemde ısı yalıtımı uygulaması, parapet bölgesinde kullanılan panelin bünyesinde veya panelin iç kısmında olmaktadır. Doğru bir detaylandırmanın sağlanması halinde bu tür bir kesitte yonulma olmayacaktır (ekil 3.8).

Yonulmanın engellenmesi için yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında mutlaka havalandırma boşluğu bırakılmalıdır. Ülkemizde yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma boşluğu bırakılmayan uygulamalar da mevcuttur.

Havalandırma yapılmayan cephelerde yalıtım tabakası dış yüzeyde olsa dahi yonulma olayı gerçekleşmektedir.



ekil 3.8 Giydirme cephe sistemlerde dıştan havalandırılmalı yalıtım detayı (Apeks yapı sistemleri)



ekil 3.9 Yapı bile enlerinin tasarım ve yerle imi (Yılmaz, 2006)

Genellikle yalıtılması gereken yapı elemanları;

- 1) Dı duvar
- 2) Arkadan havalandırılan giydirme cephele dı duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar
- 3) Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanma amaçlı çalı ma odalarını ayıran, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara biti ik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına biti ik alçak duvar
- 4) Tabana biti ik duvar
- 5) Bir ya ama mekânınının dı hava ile sınırını olu turan yatay veya e imli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı
- 6) Kullanılan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekan altındaki tavan (havalandırılan çatı kabu u)
- 7) Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalı ma odalarını ayıran taban
- 8) Bodrum tavanı
- 9) Bir ya ama mekanınının dı hava ile ısısını olu turan çıkma tabanları
- 10) Altında bodrum olmayan bir ya ama mekanınının zemine oturan tabanı ekinde sınıflandırılabilir (Yılmaz, 2006).

KULLANILAN SAYISAL YÖNTEM VE TEMEL DENKLEMLER

4.1 Kullanılan Sayısal Yöntem

Son yıllarda teknolojinin hızla gelişimi ile birlikte artık problemlerin çözümü, tasarımların oluşturulması ve geliştirilmesi gibi birçok mühendislik uygulamasında sayısal analiz yöntemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Deneysel yöntemlerin ekonomik olmaması ve zorlukları mühendislerin sayısal analiz yöntemlerine yönelmelerine neden olmuştur. Aynı zamanda sayısal analiz yöntemlerinin deneysel yöntemlere göre; kısa zamanda ve ekonomik sonuç alınabilmesi, geniş çapta veri elde etme olanağı ve deneysel çalışmalarında karşılaşılabilecek zor ve tehlikeli durumlarda kullanılabilmesi gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Ancak bütün bu avantajlarına rağmen, mühendisler deneysel çalışmadan kesinlikle vazgeçmemelidirler. Her bir çalışmanın sayısal çözümlerle desteklenmiş deneysel çalışmalar oldu u rahatlıkla söylenebilir.

Son yıllarda akışkanlar mekaniği ve ısı transferi problemleri çözümü için geliştirilmiş birçok sayısal yöntem bulunmaktadır. Bu tezde analizler, sonlu hacimler esasına dayalı çözümlere yapan FLUENT programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

4.1.1 Sonlu Hacimler Yöntemi

Sonlu hacimler yöntemi, çözülecek geometriyi parçalara bölerek bu parçaların her biri için çözüm yapma ve daha sonra bu çözümleri birleştirerek problemin genel çözümünü bulma esasına dayanır. Sonlu hacimler yöntemi, korunum denklemlerini sayısal olarak çözümlenebilen cebirsel denklemlerine dönüştürmek için kontrol hacim esaslı bir teknik kullanır. Bu teknik her bir kontrol hacmi için korunum denklemlerinin integrasyonunun alınması sonucunda, denklemler için kontrol hacmini sağlayan ayrı denklemlerin elde edilmesini içerir. Ayrı denklemlerin doğrusallaştırılması ile elde edilen, doğrusal denklemlerinin iterasyona bağlı çözümü ile hız, basınç ve sıcaklık gibi denklemler verilen yakınsaklık ölçüsünü sağlayanlayıncaya kadar güncellenir.

Sonlu hacimler yöntemi ile problem çözme işleminde genellikle şu adımlar kullanılır.

- Çalışılacak bölgenin ağ programları sayesinde oluşturulacak sayısal analize uygun ağ ile kontrol hacimlere bölünmesi.

- Sırasıyla momentum denkleminin, süreklilik denklemlerinin ve daha sonra enerji veya türbülans gibi diğer aranan denklemlerin çözümü.
- Sonuçlandırılan denklem takımlarının iteratif çözücü sayesinde daha doğru değerlere yükseltilmesi.
- Yakınsaklığın kontrolü.
- Çözümün elde edilmesi.

Kontrol hacminin integrasyonunu içeren ilk adım, sonlu hacimler yöntemini diğer tüm sayısal yöntemlerden ayırmaktadır. Sayısal algoritma ile fiziksel korunum ilkesi arasındaki bu açıkları kapatır ve kullanıcılar için daha anlaşılır kılar. Sonlu kontrol hacmindeki hız bileşeni veya entalpi gibi genel bir akı değişkeninin () korunumu bu değişkenin değerini artıran veya azaltan farklı bileşenlerin dengesi olarak ifade edilebilir.

$$\left[\begin{array}{c} \text{Kontrol hacmindeki} \\ \phi' \text{'nin zamana bağı} \\ \text{mlı değişimi} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \phi' \text{'nin konveksiyonla} \\ \text{kontrol hacmine net} \\ \text{akışı} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \phi' \text{'nin difüzyonla} \\ \text{kontrol hacmine net} \\ \text{akışı} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Kontrol hacmindeki} \\ \phi' \text{'nin net artı} \\ \text{oranı} \end{array} \right]$$

Yukarıdaki korunum denklemi kolay anlaşılabilir olmakla beraber lineer olmayan ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle bu denklemin çözümü iteratif bir çözüm yaklaşımı gerektirmektedir. Basınç ve hız arasında ilişki kurmak amacıyla yaygın olarak kullanılan TDMA, SIMPLE, SIMPLEC gibi çözüm yöntemleri bu yaklaşımlara örnek olarak verilebilir.

Sonlu hacimler yöntemini kullanan FLUENT programı ile problem çözümü yapmak için aşağıdaki adımlar takip edilmelidir.

- Problemin geometrisi GAMBIT paket programı ile oluşturulmalıdır.
- Geometri GAMBIT paket programında elemanlara ayrılmalıdır.
- Duvar, simetri, hız gibi sınır koşulları GAMBIT paket programında tanımlanmalı ve oluşturulan dosya FLUENT içine dahil edilmelidir.
- Dosya FLUENT paket programında açılarak ağ yapısı kontrol edilmelidir.
- Hangi denklemlerin çözüleceği ve çözüm yöntemi seçilmelidir.
- Bağıl hız ve sınır koşulları tanımlanmalıdır.
- iteratif çözüm yöntemi oluşturulmalıdır.

4.1.2 Sonlu Hacimler Formülasyonları

Bilindi i gibi laminer ve sürekli akan bir akı kanın akı nı tanımlamak için üç temel denklem mevcuttur.

- Kütleinin korunumu
- Momentumun korunumu
- Enerjinin korunumu

Sonlu hacimler esasına dayalı bir teknik kullanan FLUENT, çözülemeye ba langıç hız ve basınç de erlerini kullanarak ba lar. Her bir iterasyon için bir önceki iterasyonda elde edilen hız ve basınç de erleri kullanılarak momentum denklemleri çözüdür. x ve y yönündeki momentum denklemlerinin çözüümü, sadece hızların güncellenmesini sa lar, basınç güncellenmez. Dolayısıyla basıncın güncellenmesi için ek bir e itli e ihtiyaç vardır. Bunun için süreklilik ve momentum denklemlerinden elde edilen basınç düzeltme e itli i çözüdürerek, basınç düzeltme faktörü elde edilir. Bu faktör, süreklilik denklemini sa layacak ekilde basınç ve hız alanlarının güncellenmesi için kullanılır. Elde edilen veriler dahilinde enerji denklemleri çözüdür ve sıcaklık alanları elde edilir. Bir önceki iterasyonda elde edilen de erlerle kar ıla tırma yapılarak belirlenen yakınsaklık ölçüsünü sa layıncaya kadar iterasyona devam edilir.

Bu bölümde FLUENT paket programının çözüdürüsü tarafından hazırlanan denklemlere yer verilecektir.

4.1.2.1 Kütleinin Korunumu

FLUENT paket programı tarafından kullanılan kütleinin korunumu yani di er adıyla süreklilik denklemleri a a ıda verilmi tir.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u_i) = S_m \quad [4.1]$$

Burada; u_i hız vektörlerini, ρ yo unlu u, t zamanı ve S_m da ınık faz tarafından sürekli faza eklenen kütleiyi göstermektedir.

4.1.2.2 Momentumun Korunumu

FLUENT paket programı tarafından kullanılan momentumun korunumu denklemi ise u ekildedir;

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i + F_i \quad [4.2]$$

Burada ise; p statik basıncı, τ_{ij} gerilme tensörü, g_i yerçekimi ivmesi ve F_i cisim kuvvetlerini sembolize etmektedir. τ_{ij} ifadesinin açılımı ise u ekilde olmaktadır.

$$\tau_{ij} = \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] - \frac{2}{3} \mu \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \delta_{ij} \quad [4.3]$$

Burada μ moleküler viskoziteyi göstermektedir.

4.1.2.3 Enerjinin Korunumu

FLUENT paket programı tarafından kullanılan enerjinin korunumu denklemi ise u ekildedir.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \frac{\partial}{\partial x_i}(u_i(\rho E + p)) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_i} - \sum_{j=1}^n h_{j,i} J_{j,i} + u_j (\tau_{ij})_{eff} \right) + S_h \quad [4.4]$$

Burada; k_{eff} efektif kondüktivite, J difüzyon akısı, T sıcaklık, τ_{ij} viskoz gerilme tensörü ekinde açıklanabilir. S_h kimyasal reaksiyon ısısını ve tanımlanan di er hacimsel ısı kaynaklarını içermektedir. Bu denklemlerde kullanılan di er parametreler ise a a ıdaki ekilde gösterilebilir;

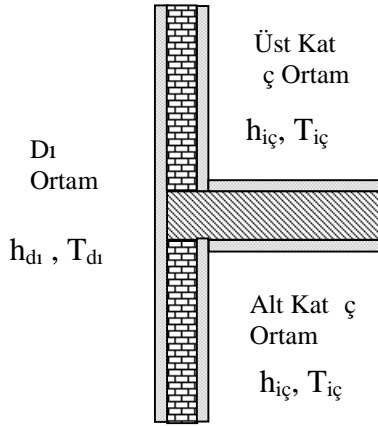
$$E = h - \frac{p}{\rho} + u_i^2 \quad [4.5]$$

$$h_i = \int_{T_{ref}}^T c_{p,i} dT \quad [4.6]$$

Bu denklemlerde; h entalpiyi, p basıncı, u hızı, T_{ref} referans alınan sıcaklık de erini ve son olarak $c_{p,i}$ sabit basınç altındaki özgül ısıyı göstermektedir. T_{ref} , referans alınan sıcaklıktır ve $T_{ref} = 298,15 \text{ K}$ ' dir

4.1.2.4 Duvarlardaki Isı Transferi için Enerji Denklemi

Duvarlarda FLUENT paket programı tarafından kullanılan enerjinin korunumu denklemi ise denklem 4.7'deki gibidir.



ekil 4.1 Ara kat kiri li ısı köprüsünün yapı ekli ve sınır ko ullarının gösterimi

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \nabla \cdot (\vec{v} \rho h) = \nabla \cdot (k \nabla T) + S_h \quad [4.7]$$

Bizim problemimiz, sürekli rejimde (zamandan ba ımsız) , hareketin ve ısı üretiminin olmadığı, d1 ve iç ortamlarda (T_{d1} , $T_{iç}$, h_{d1} , $h_{iç}$) ısı ta ınımı ve yapı içerisinde ısı iletiminin olduğu duruma çözüm bulunmasıdır. Bu denklemde, \vec{v} hız vektörünü göstermektedir. Çözmek istedi imiz problemin ekli, ekil 4.1'de gösterilmektedir.

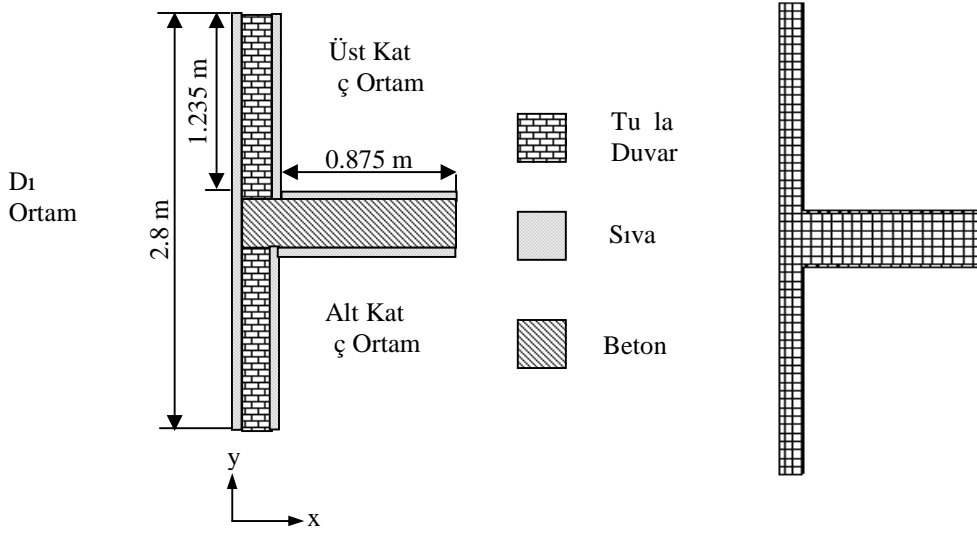
Böylece denklemimiz denklem 4.8'de gösterilen Laplace denklemine dönüşmektedir. Bu denklem çözülerek yapı içerisindeki sıcaklık dağılımına erişilmektedir.

$$\nabla^2 T = 0 \quad [4.8]$$

SONUÇLAR

5.1 Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

Bu çalışmada içten, dıştan ve sandviç duvar yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta yalıtım kalınlıklarının, dış ortam sıcaklığının, iç ortam sıcaklığının ve geometrik ekleminin ısı köprüsü ve sıcaklık dağılımı üzerinde etkisi incelenmiştir. İç ve dış yüzey sıcaklık ve ısı akılarını çözmek için Fluent programı kullanılmıştır. Öncelikle, yalıtımsız durum için ekil 5.1’de gösterilen boyutlarda oluşturulan modele uygun a yapıları belirlenmiştir. Kullanılan model için yapı malzemelerinin özellikleri Tablo 5.1’de gösterilmiştir.



ekil 5.1 Yalıtımsız durum için oluşturulan model

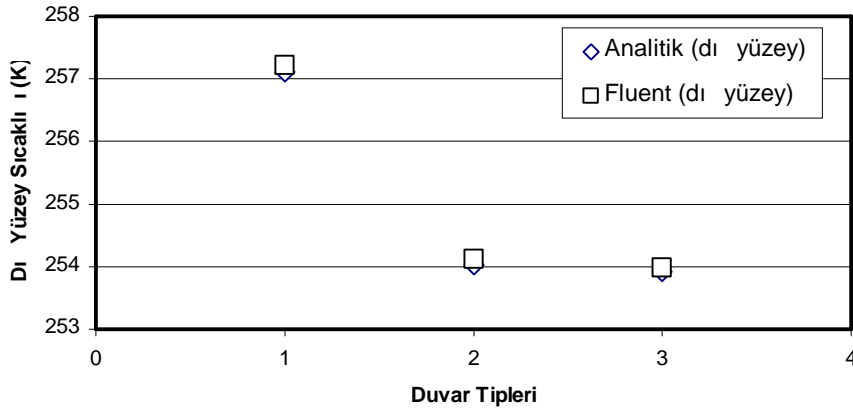
ekil 5.2 Modele uygun a yapıları

Tablo 5.1 Malzemelerin özellikleri

Malzeme	Isı İletim Katsayısı (W/mK)	Kalınlık (m)
Beton	2.1	0.3
Isı Yalıtım Malzemesi	0.026	0.03-0.05-0.07
Tuğla Duvar	0.45	0.085
İç Sıva	0.87	0.015
Dış Sıva	1.4	0.025

Üç farklı düzlem duvar (Duvar 1-yalıtımsız, Duvar 2-dıştan yalıtımlı, Duvar 3-Çift duvar arası yalıtımlı) dış yüzeyleri için hesaplanan analitik sonuçlar ve Fluent programından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Duvar 1(yalıtımsız)’de analitik

olarak hesaplamalar sonucu elde edilen dış duvar yüzey sıcaklığı 257,11 K iken aynı duvar tipinde Fluent programından elde edilen dış duvar yüzey sıcaklığı 257,43 K'dir. Dış tan yalıtım uygulanan duvar tipinde (Duvar 2), Fluent programından elde edilen dış duvar yüzey sıcaklığı 254,12 K iken analitik çözümle elde edilen dış duvar yüzey sıcaklığı 254,03 K'dir. Sandviç duvar yalıtımlı (Duvar 3) duvar tipinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu duvar tipinde, analitik olarak elde edilen dış duvar yüzey sıcaklığı 253,92 K olurken Fluent programından elde edilen sıcaklık değeri 253,98 K olmaktadır. Bu sonuçlara göre, ekil 5.3'de de görüldüğü gibi dış yüzey sıcaklıklarının oldukça yakın ve paralel olduğu görülmüştür. Böylece kullanılan sayısal yöntemin doğruluğu sonucu varılabileceği düşünülmektedir.



ekil 5.3 Düzlem duvarın dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimleri

Analizlerde belirlenen modele uygunluğu, kolay oluşturulabilmesi ve çözülebilenliği gibi avantajlarından dolayı ana elemanı olarak dörtgen eleman kullanılmıştır. Kullanılan ana yapısı oluşturulan model için ekil 5.2'de gösterilmiştir. Kullanılan ana sayısı, toplamda 8000 ile 9000 arasında elemandan oluşmaktadır. Ancak ekil 5.2'de kullanılan ana yapısının daha iyi görülebilmesi için mesh sayısı azaltılmıştır. Bu çalışmada, çözümlerinin kolaylaştırılması amacıyla ana üzerindeki kabuller yapılmıştır:

- Malzeme izotropdur. Yani ısı iletim katsayısı malzeme içindeki her doğrultuda aynı kalmaktadır.
- h , ısı transfer katsayısı iç ve dış ortamlarda sabittir.
- Isı akımı zamandan bağımsızdır. ($\partial T / \partial t = 0$)
- Yapı içerisinde ısı üretimi yoktur. ($q = 0$)
- Malzemelerin yoğunluk ve özgül ısıları değişmemektedir

- k, ısı iletim katsayısı sıcaklıktan, yönden bağımsızdır ve çok tabakalı sistemlerde bir tabaka içinde sabittir.

Elde edilen sonuçlarda, tüm modellemeler için sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Ayrıca tüm modellemeler için sıcaklık ve ısı akısı değişimleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

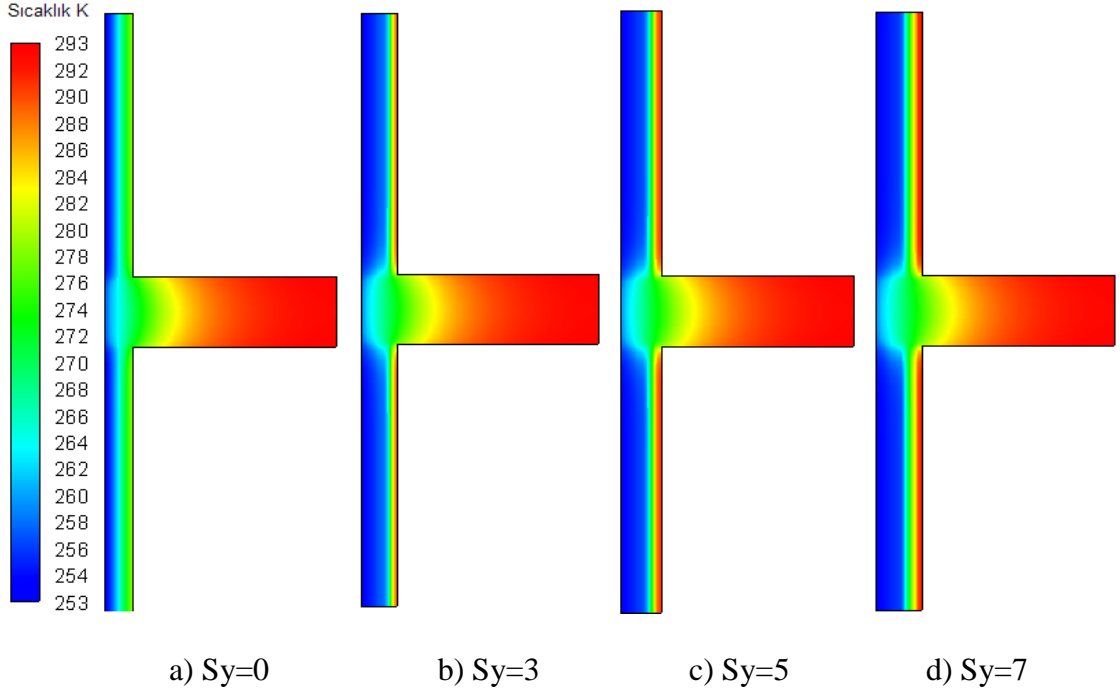
5.2 Farklı Kalınlıklarında Yalıtım Uygulanan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

İçten, dıştan ve sandviç yalıtım için farklı kalınlıklarda yalıtım malzemesinin uygulandığı modellerde, sınır koşulları olarak dış ortam sıcaklığı ve ısı taahhüt katsayısı sırasıyla $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $25\text{ W/m}^2\text{K}$, iç ortam sıcaklığı ve ısı taahhüt katsayısı sırasıyla $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $8\text{ W/m}^2\text{K}$ olarak seçilmiştir.

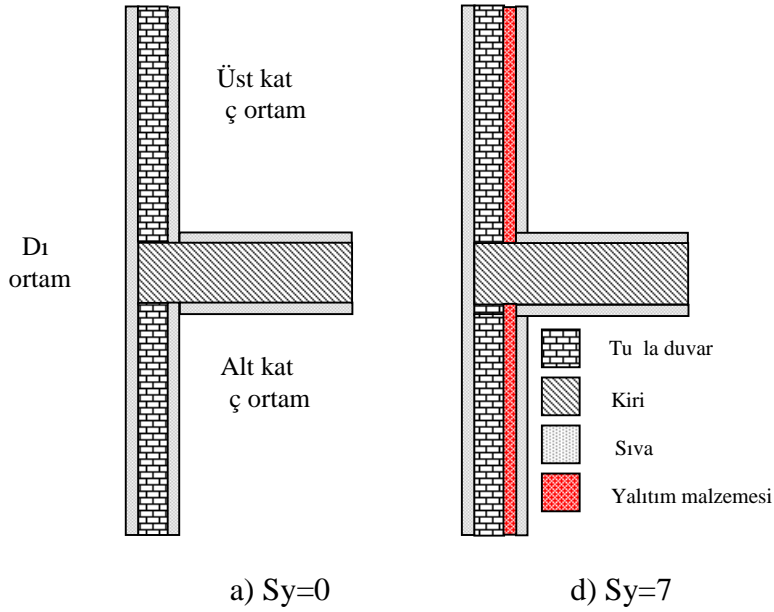
5.2.1 İçten Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

İncelenen kesitlerde ısı akısının artmasına sebep olan betonarme kirişlerdir. Bu sebeple bu çalışmada, ısı köprüsünün iç ortam konforunu etkilemesinden ötürü ara kat kirişli duvar bloğunun iç yüzey sıcaklığındaki ve ısı akısındaki değişim ile dış yüzey sıcaklığındaki farklılıklar nedeniyle oluşan ısıl gerilmeler sonucu dışarıda çatlama, dökülme gibi karlılabilecek olumsuz etkilerden dolayı dış yüzey sıcaklığı ve ısı akısındaki değişim incelenmiştir.

Şekil 5.4'de yalıtımsız ve içten 3,5 ve 7 cm yalıtım uygulandığında oluşan sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Şekil 5.5'de ise yalıtımsız ve içten 7 cm yalıtımlı durumlar için yapı modeli gösterilmektedir. Yalıtımsız durumda, ısı akıları kiriş bölgesinde büyük, sıcaklık düşüktür ve bu nedenle sıcaklık dağılımında renk daha açıktır. Duvarda ısı akısı kirişe göre daha az olmasına rağmen etkili olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak duvarda sıcaklık daha yüksek, sıcaklık dağılımında renk daha koyudur. İçten yalıtım uygulandığında yanal ısı akılarının azalmasından ötürü, kirişte ısı akısının deşeri azalsa da yoktur ancak duvar boyunca yalıtım kalınlığı arttıkça ısı akısının büyüklüğü azalmaktadır. Yalıtım kalınlığının artması, kiriş kesitinde sıcaklığın dış ortama doğu artmasını sağlamaktadır. Bu durum ısı köprüsü etkisinin azaldığını göstermektedir.



ekil 5.4 içten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları

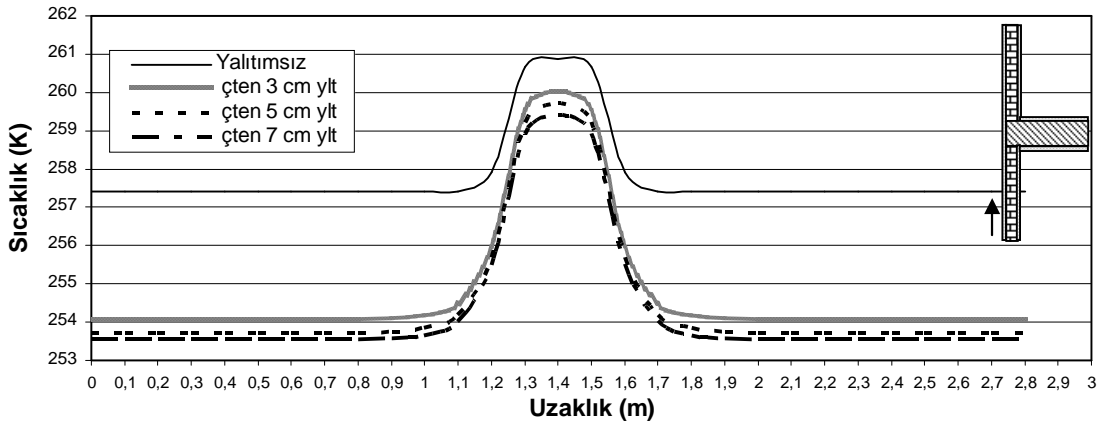


ekil 5.5 içten yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için yapı modeli

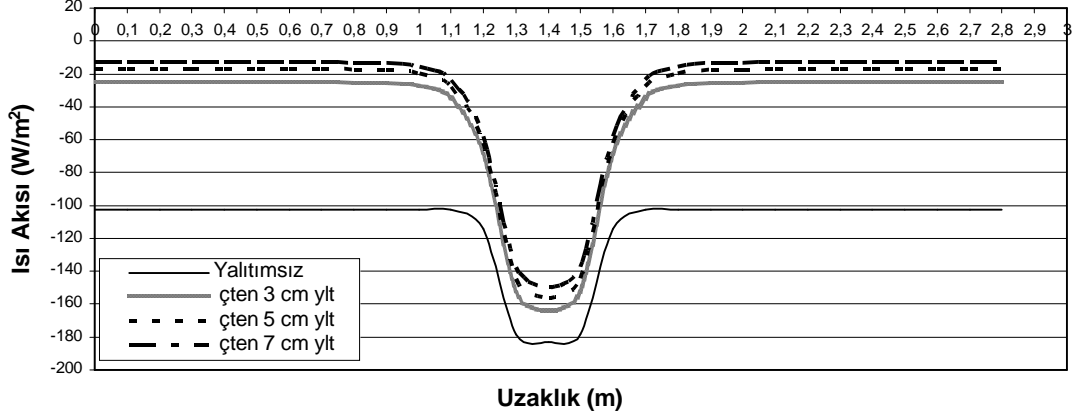
ekil 5.6'da içten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta (ısı köprüsü modeli) dış yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. Model üzerinde dış yüzeyde ölçüm alınan noktalar, grafikteki yalıtımsız yapı modeli üzerinde ok ile gösterilmektedir. Dış yüzeyle ilgili grafiklerde sıfır noktası, dikey eksen boyunca ağırlıklı olarak artmaktadır ve yukarı doğru artmaktadır. S_y (cm) ,yalıtım kalınlığını göstermektedir.

çten 3 cm yalıtım uygulandı ında dı duvar yüzeyinde sıcaklık 254,08 K'dir. Kiri kısmına do ru ilerledikçe sıcaklık artmaktadır ve 260,03 K'e kadar çıkmaktadır. Yalıtımsız durumda kiri in orta kısmındaki sıcaklık 260,86 K'dir. Bu sıcaklık de eri kiri kısmında dı yüzeyindeki en yüksek sıcaklık de eridir. çten 5 cm yalıtım uygulandı ında, kiri kısmındaki sıcaklık 259,71 K'e, duvar dı yüzeyindeki sıcaklık ise 253,72 K'e dü mektedir. 7 cm yalıtım uygulandı ında yalıtımsız durumda 257,41 K olan dı duvar yüzey sıcaklı ı, 253,55 K'e dü mektedir. Kiri kısmındaki sıcaklık ise 259,42 K'dir. Görüldü ü üzere; kiri kısmında duvar yüzeyinde oldu u gibi belirgin bir sıcaklık dü ü ü gözlemlenememi tir. Çünkü ısı iletiminin en fazla oldu u kiri kısmı yalıtılmamı , dı ortama kar ı açık bırakılmı tir.

ekil 5.7'de içten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Yalıtımsız durumda dı duvar yüzeyindeki ısı akısı $102,76 \text{ W/m}^2$ 'dir. Kiri kısmındaki ısı akısı ise $182,91 \text{ W/m}^2$ 'dir. çten yalıtım uygulanması durumunda yalıtım kalınlı ı artırıldıkça bu de erler dü mektedir. çten 7 cm yalıtım uygulandı ında duvardaki ısı akısı $12,81 \text{ W/m}^2$ 'ye, kiri teki ısı akısı ise $149,59 \text{ W/m}^2$ 'ye kadar dü mektedir. Bunun nedeni, yalıtım kalınlı ının artı ına ba lı olarak yanal ısı akımlarının azalmasıdır. Fakat yine de içten yalıtım uygulanması durumunda ısı köprüleri yok edilememi tir.



ekil 5.6 çten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de i imleri

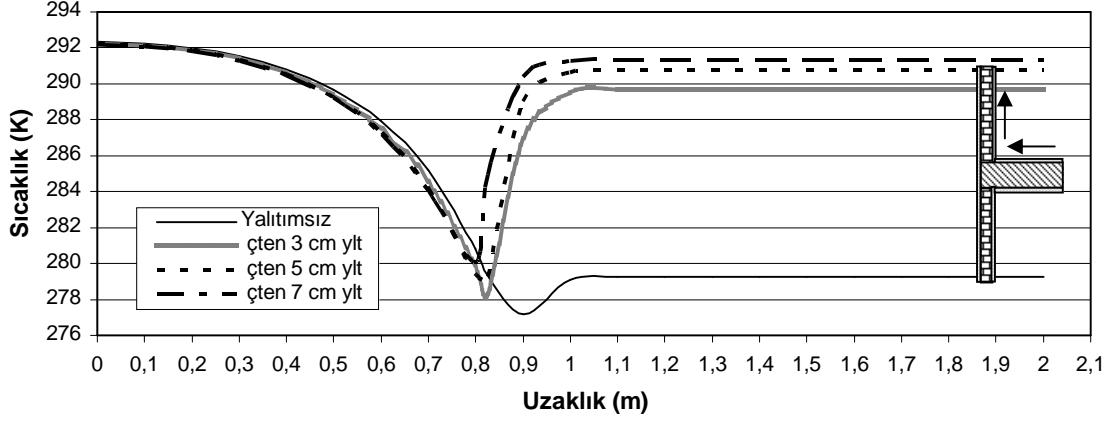


ekil 5.7 çten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de iimleri

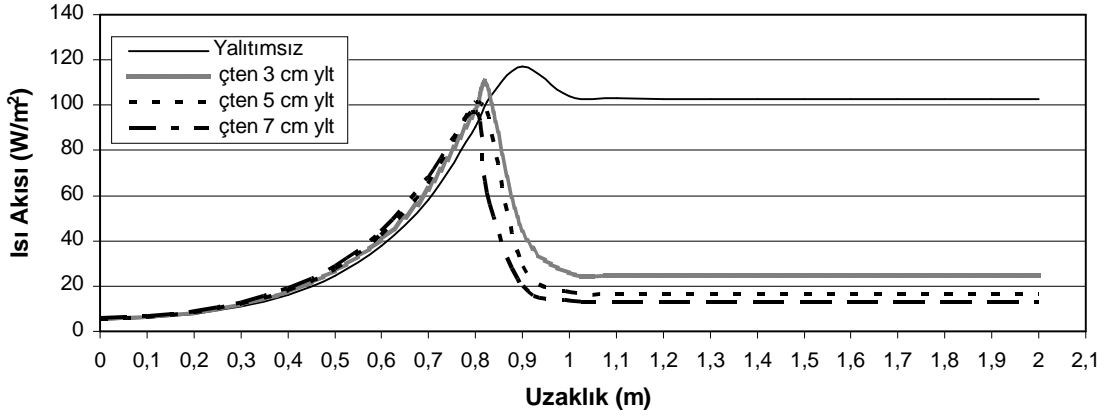
ekil 5.8’de içten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Model üzerinde iç yüzeyde ölçüm alınan noktalar, grafikteki ekil üzerinde ok ile gösterilmektedir. ç yüzeyle ilgili grafiklerde üst kat iç yüzeyi için sıfır noktası, üst katın taban iç yüzeyinden ba lamakta ve “y” eksenini boyunca uzaklık yukarı do ru, “x” eksenini boyunca uzaklık sola do ru artmaktadır. Alt kat iç yüzeyi için sıfır noktası, alt katın tavan iç yüzeyinden ba lamakta ve “y” eksenini boyunca uzaklık a a ı do ru, “x” eksenini boyunca uzaklık sola do ru artmaktadır.

çten yalıtım uygulandı nda duvar kesiti so uk kısımda kalmaktadır. Bu nedenle kiri te dı ortama do ru ilerlendikçe, kiri ten hem dı ortama hem de so uk duvar kesitlerine ısı geçi i olmaktadır. Bu nedenle kiri kısmındaki yüzey sıcaklıkları yalıtımın artı ıyla az da olsa dü mektedir. Duvar iç yüzey sıcaklıkları ise yalıtım kalınlı nın artı na ba lı olarak artmaktadır. Yalıtımsız durumda 279,27 K olan duvar iç yüzey sıcaklı ı, içten 3cm yalıtım uygulandı nda 289,69 K, içten 5 cm ve 7 cm yalıtım uygulandı nda ise sırasıyla 290,77 K ve 291,32 K olmaktadır.

ekil 5.9’da içten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. çten yalıtım uygulandı nda kiri kısmındaki yüzey ısı akısı artmaktadır. Kö e noktasındaki ısı akısı ise azalmaktadır. Yalıtımsız durumda 117 W/m² olan kö e noktası ısı akısı, yalıtım kalınlı nın artı na ba lı olarak yanal ısı akımı azaldı ndan en dü ük de erine 7 cm yalıtım durumunda ula maktadır. Bu durumda ısı akısı, 60,93 W/m² olmaktadır.



ekil 5.8 çten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey sıcaklık de iimleri



ekil 5.9 çten farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey ısı akısı de iimleri

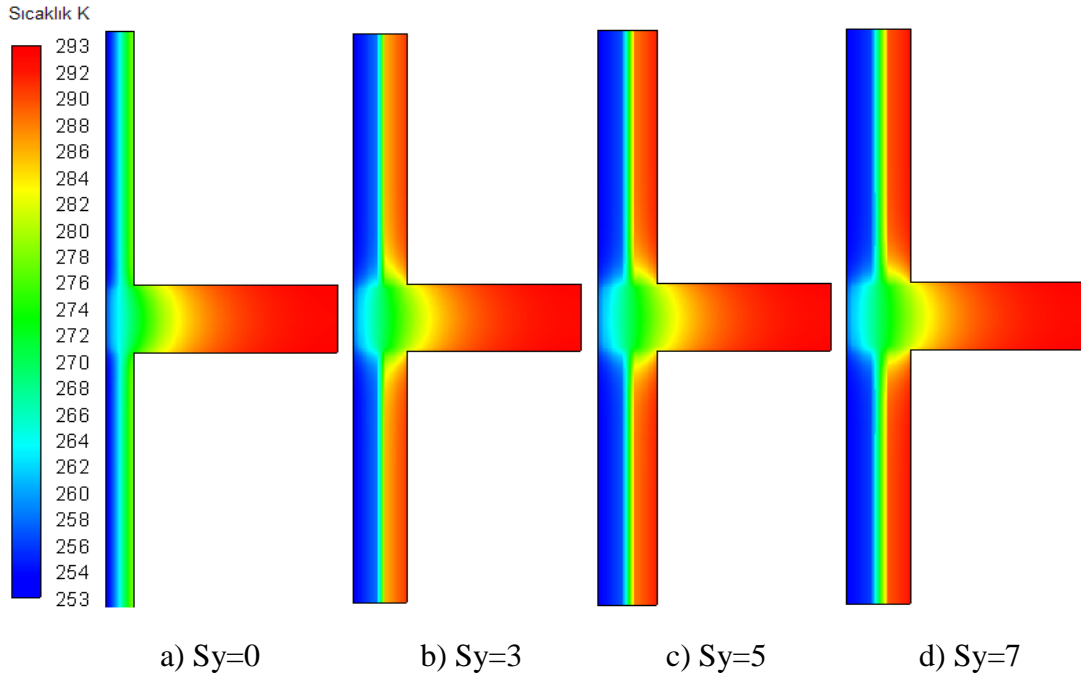
5.2.2 Sandviç (Çift Duvar Arası) Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

ekil 5.10'da yalıtımsız ve çift duvar arasına 3,5 ve 7 cm yalıtım uygulandı nda olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.11'de ise yalıtımsız ve sandviç 7 cm yalıtım uygulanması durumunda yapı modelleri gösterilmi tir. Sandviç duvar yalıtımı yalnızca duvar sıcaklı ının yükselmesini sa lamaktadır. Kiri bölgesinde olu an ısı köprüsü etkisini yok edememektedir. Bu nedenle kiri bölgesinde sıcaklık da ılımı bozulmakta ve so uma meydana gelmektedir. Renk skalasında da görülen; sıcak rengi temsil eden koyu kırmızı renkten, so uk rengi temsil eden mavi renge do ru olan renk de i mesi bu durumu kanıtlamaktadır.

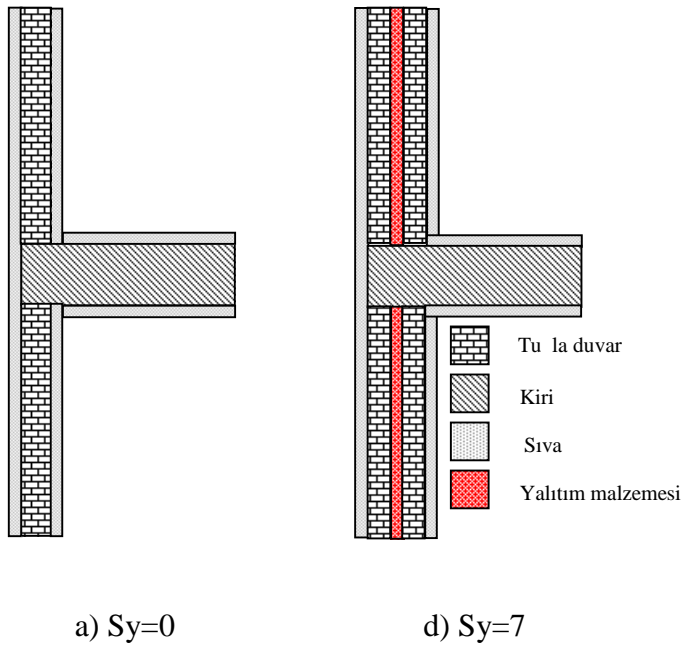
ekil 5.12'de sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Model üzerinde dı yüzeyde ölçüm alınan noktalar, grafikteki yalıtımsız model üzerinde ok ile

gösterilmektedir. Sandviç 3 cm yalıtım durumunda duvar yüzeyinde sıcaklık 253,99 K iken duvara sandviç 5 cm ve 7 cm yalıtım uygulandı ında sıcaklık de eri sırasıyla 253,68 K ve 253,52 K' e dü mektedir. Kiri kısmında da sıcaklı ın dü tü ü görülmektedir. Yalıtımsız duruma göre bu dü ü , sandviç 3 cm yalıtım uygulandı ında 1,3 K, sandviç 5 cm ve 7 cm yalıtım uygulandı ında ise sırasıyla 1,56 K ve 1,87 K' dir. Görüldü ü gibi sandviç duvar yalıtımında da kiri kısmındaki sıcaklık dü ü leri çok az de erde olmaktadır. Sandviç duvar yalıtımı da ısı köprüsü etkisini yok edememektedir.

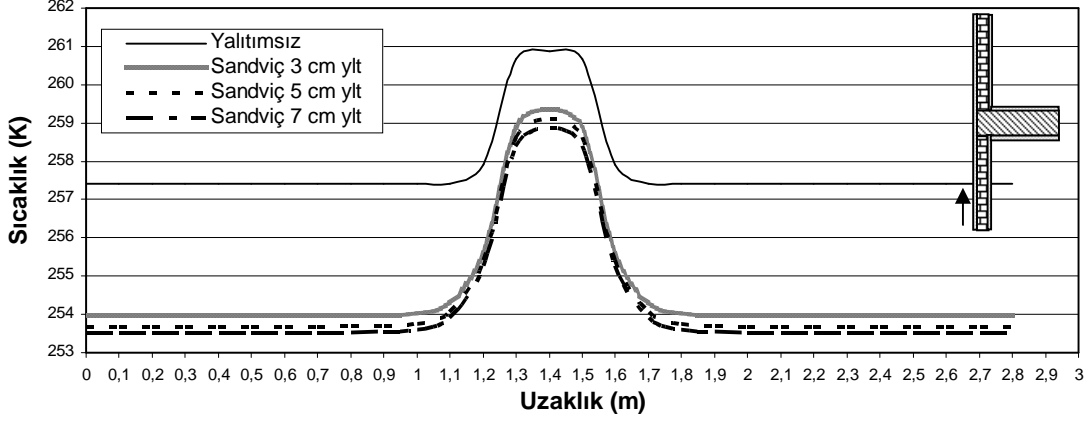
ekil 5.13'de sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. Sandviç 3 cm yalıtım durumunda duvardaki ısı akısı 23,08 W/m²'dir. Kiri in orta kısmında ise 147,8 W/m²'dir. Kiri kısmındaki bu ısı akısı de eri, kiri in alt ve üst kısmında kiri ten uzakla tıkça dı yüzeyde duvarlara olan yanal ısı akımlarının artmasından dolayı azalmaktadır. Sandviç 7 cm yalıtım durumunda ise kiri in orta kısmındaki ısı akısı 136,57 W/m²'dir. Yalıtım kalınlı ındaki 4 cm' lik artı ısı akısında yakla ık 11,3 W/m²'lik azalı a neden olmu tur. Isı akısındaki bu azalma miktarı, yalıtımsız durum ile (182,91 W/m²) sandviç 3 cm yalıtım durumu kar ıla tırıldı ında daha az oldu u gözlemlenmektedir. Bu nedenle optimum yalıtım kalınlı ı tespit edilmelidir. Tezdeki bu kısımda yalnızca yalıtım kalınlı ının etkisi vurgulanmak istenmektedir. 7 cm yalıtım durumunda duvar yüzeyindeki ısı akısı ise 12,23 W/m²'dir. 3 cm yalıtım kalınlı ı ile arasındaki fark, yakla ık 11 W/m²'dir. Yalıtımsız durumda kiri in orta kısmındaki ısı akısı ise 182,91 W/m²'dir. Kiri kısmında yalıtımsız duruma göre ısı akısında azalma olmasına ra men, ısı köprüsü etkisini yok edici bir çözüm olmadı ı görülmektedir.



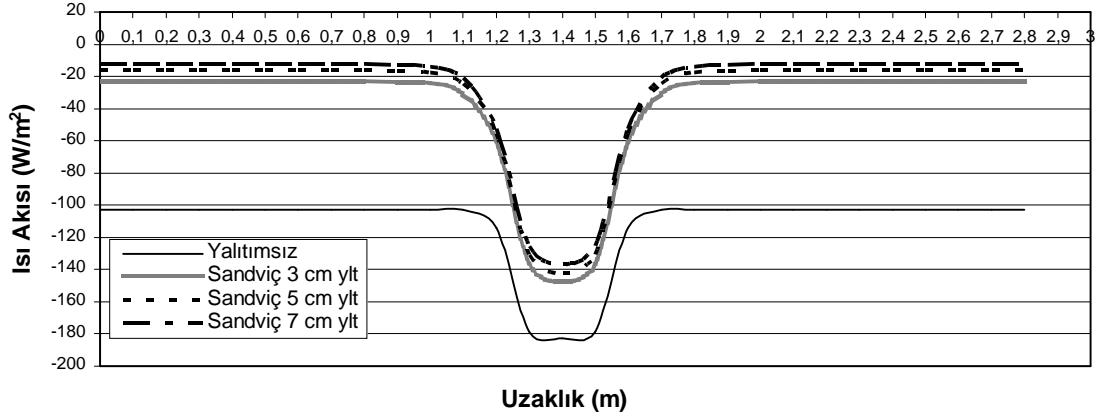
ekil 5.10 Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



ekil 5.11 Sandviç yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için yapı modeli



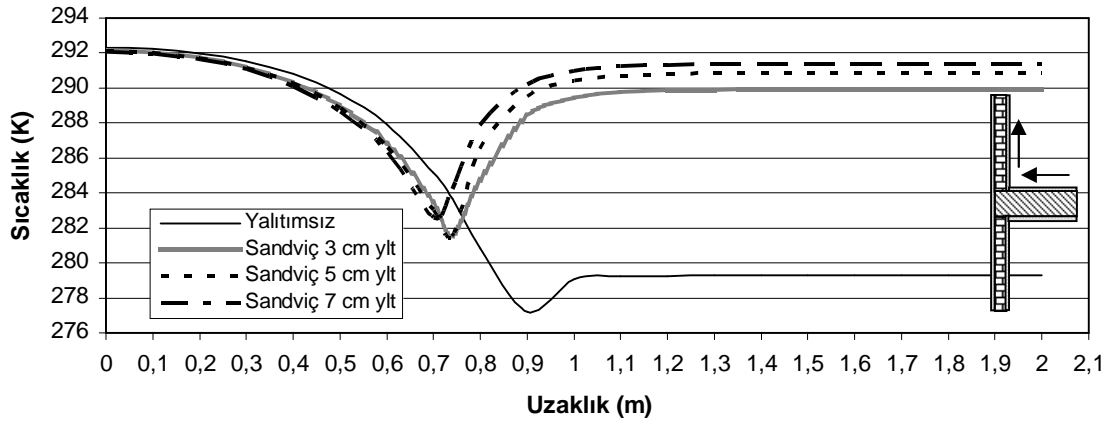
ekil 5.12 Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de i imleri



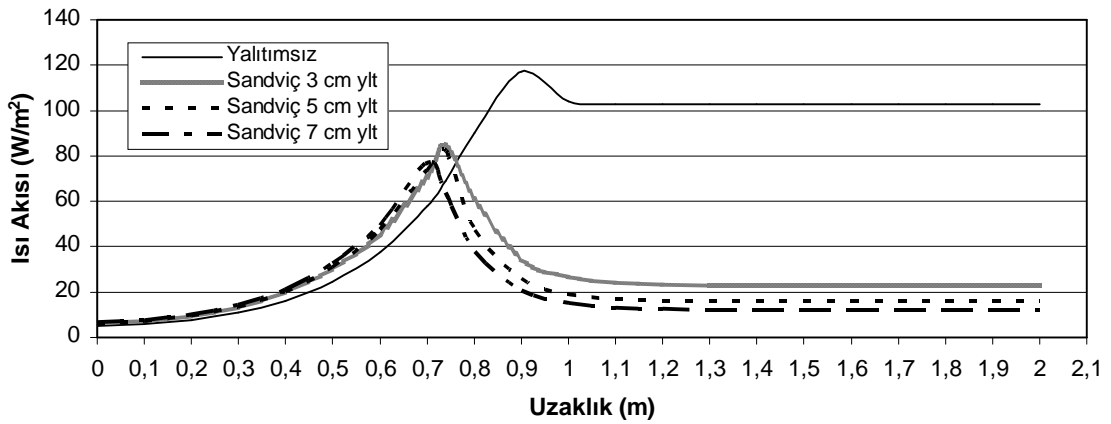
ekil 5.13 Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de i imleri

ekil 5.14'de sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Model üzerinde iç yüzeyde ölçüm alınan noktalar, grafikteki yalıtımsız model üzerinde ok ile gösterilmektedir. Sandviç duvar yalıtımında da içten yalıtımda oldu u gibi duvarın yalıtımdan sonraki kısmı, so uk tarafta oldu undan duvar kesitinde sıcaklık dü mektedir. Bu durum, kiri yüzeylerinden olan ısı akısını artırmaktadır. 0,5 m'deki noktayı göz önüne alırsak, yalıtımsız durumda bu noktadaki sıcaklık 289,69 K iken 5 cm yalıtım durumunda 288,82 K'dir. Kö e noktasındaki sıcaklık ise yalıtımla yanal ısı akımları azaldı ndan yalıtımsız duruma göre artmaktadır. Yalıtımsız durumda kö e noktasındaki sıcaklık 277 K iken 3 cm yalıtım durumunda 281,55 K'e çıkmı tır. Duvar yüzeylerindeki sıcaklık da artmı tır. Duvar yüzey sıcaklı ı, 3 cm yalıtım durumunda 289,93 K iken 5 cm ve 7 cm yalıtım uygulandı nda sırasıyla 290,87 K ve 291,36 K oldu u görülmektedir.

ekil 5.15’de sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. ç yüzeyde kiri kısmındaki sıcaklı ın azalmasına paralel olarak ısı akısında artma görülmektedir. Yalıtım kalınlı ı arttıkça kiri yüzeyindeki ısı akısı artmaktadır. Çünkü yalıtım kalınlı ı arttıkça yalıtımın arkasındaki duvar kesitine ısı iletimi azalmakta ve bu kesit so uk tarafta kalmaktadır. Böylece duvarın, kiri kesitiyle olan sıcaklık farkı artmı tır. Bu durum da kiri ten duvarlara olan yanal ısı akımlarını artırarak kiri kısmındaki yüzey sıcaklı ının azalmasına neden olmaktadır. Yalıtım kalınlı ının artı nına ba lı olarak duvar yüzeylerindeki ısı akıları azalmaktadır. Yalıtımsız durumda $102,72 \text{ W/m}^2$ olan duvar yüzeyindeki ısı akısı, 5 cm yalıtım durumunda $15,91 \text{ W/m}^2$ olmaktadır.



ekil 5.14 Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey sıcaklık de iimleri



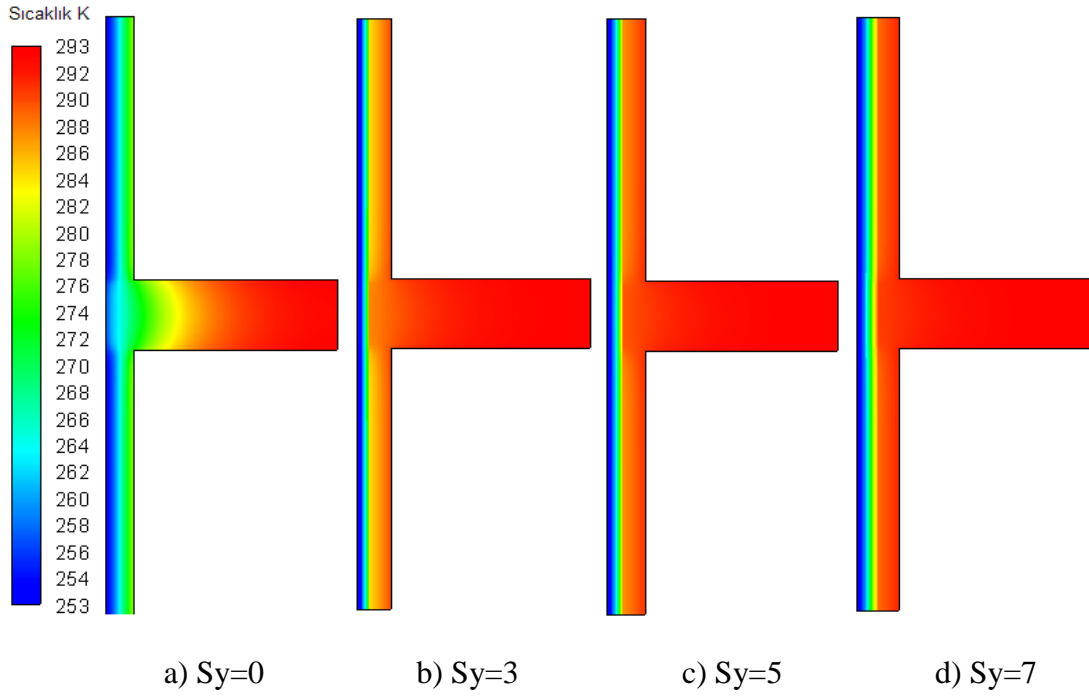
ekil 5.15 Sandviç farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey ısı akısı de iimleri

5.2.3 Dı tan Farklı Yalıtım Kalınlıklı Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi
ekil 5.16'da yalıtımsız ve dı tan 3,5 ve 7 cm yalıtım uygulandı nda olu an sıcaklık da ımları gösterilmektedir. ekil 5.17'de ise yalıtımsız ve dı tan 7 cm yalıtım uygulanması durumunda modellerin yapı düzeni gösterilmektedir. Dı tan yalıtım uygulandı nda, kiri önü de yalıtımlı oldu undan ısı köprüsü tamamen yok edilmektedir. Böylece yapıya ısı depolama özelli i kazandırılmaktadır. Bu nedenle sıcaklık da ılımında yapı bir bütün olarak kırmızı renk almaktadır.

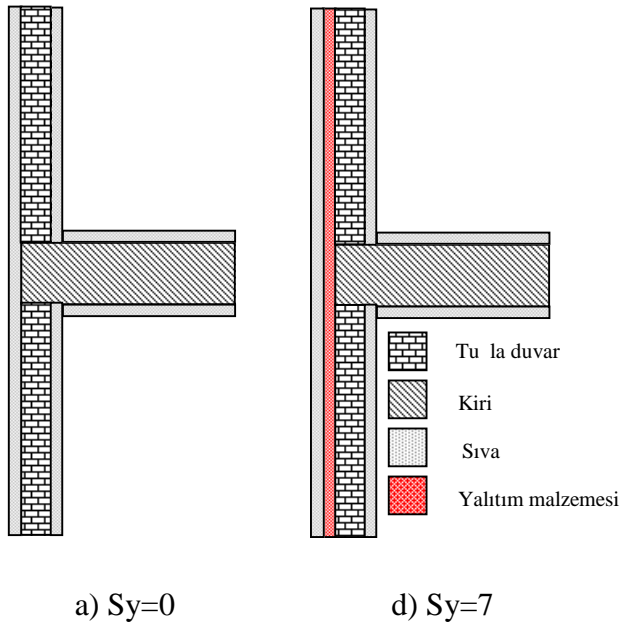
ekil 5.18'de dı tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Dı tan 3 cm yalıtım uygulanması durumunda duvar yüzeyindeki sıcaklık 254,12 K'dir. Kiri kısmındaki dı duvar yüzeyindeki sıcaklık ise 254,25 K'dir. Dı tan 5 cm yalıtım uygulandı nda duvar yüzeyindeki sıcaklık 253,75 K iken kiri kısmındaki sıcaklık 253,8 K'dir. Yalıtım kalınlı ı arttıkça dı yüzeyde duvar ve kiri kısmındaki sıcaklık de erleri birbirine yakla maktadır. Dı tan 7 cm yalıtım uygulandı nda ise duvar yüzeyindeki sıcaklık 253,56 K iken kiri kısmında 253,58 K'dir. Görüldü ü gibi dı tan yalıtımla dı yüzeyde homojen bir sıcaklık da ılımı elde edildi i söylenebilir.

ekil 5.19'da dı tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. Dı tan 5 cm yalıtım uygulanması durumunda, kiri kısmında yalıtımsız durumdaki ısı akısı de eri 182,91 W/m² iken 18,66 W/m²'ye dü mektedir. Aradaki farkın oldukça büyük oldu u görülmektedir. Bu durum, dı tan yalıtımın ısı köprüsü probleminin çözümünde en akılcı yol oldu unu kanıtlamaktadır. Dı tan yalıtımda duvarda da oldukça dü ük ısı akısı de erlerine ula ılmaktadır. Yalıtımsız durumda dı duvar yüzeyinde ısı akısı 102,76 W/m² iken dı tan 5 cm yalıtım durumunda 17,44 W/m² de erine dü mektedir.

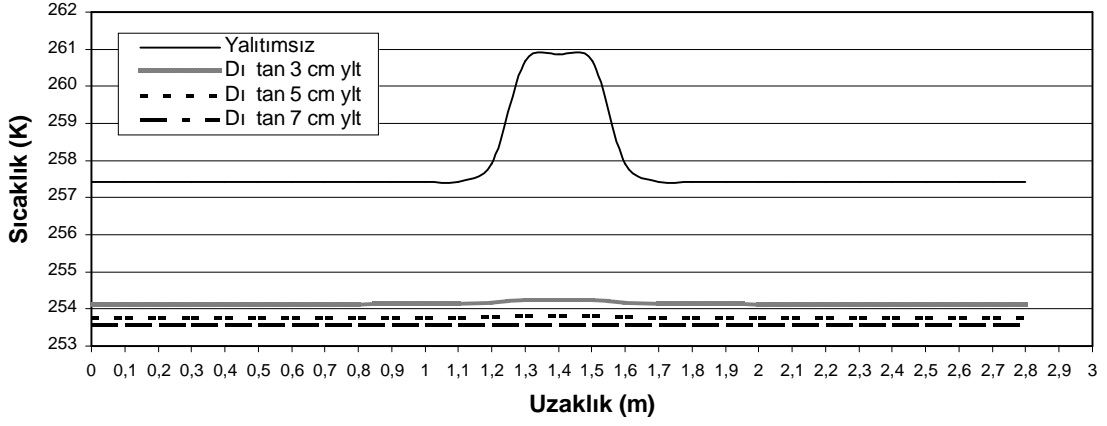
ekil 5.20'de dı tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Dı tan yalıtımda, yalıtım kalınlı ı artırıldıkça kiri yüzeyindeki sıcaklık de erleri artmaktadır. Kö e noktasında da yalıtımsız duruma göre oldukça yüksek sıcaklık de eri elde edilmektedir. Yalıtımsız durumda kö e noktasındaki sıcaklık 277 K iken dı tan 7 cm yalıtım durumunda 291,5 K olmaktadır. Aynı yalıtım kalınlı nda duvar yüzeyindeki sıcaklık 291,31 K'dir. Kö e noktası sıcaklı ı, duvar yüzeyinden de sıcaktır. Bu durum kiri e kazandırılan yüksek ısı depolama özelli inin sonucudur.



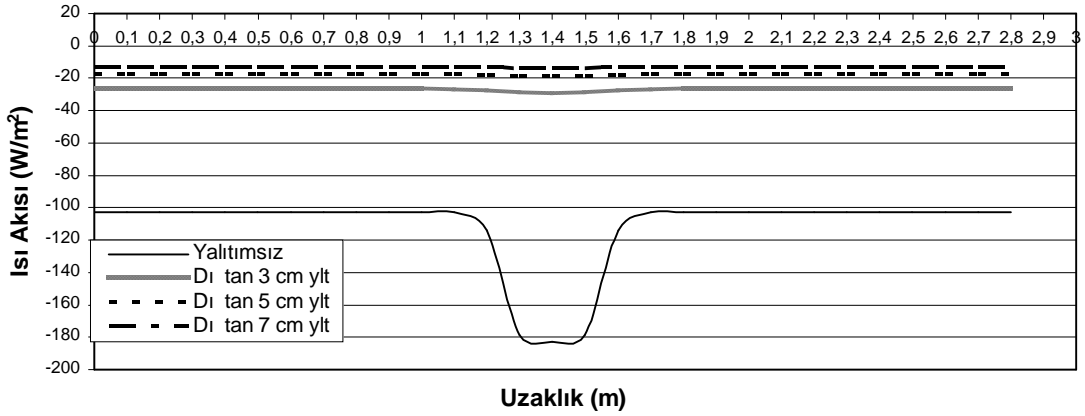
ekil 5.16 D1 tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



ekil 5.17 D1 tan yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı

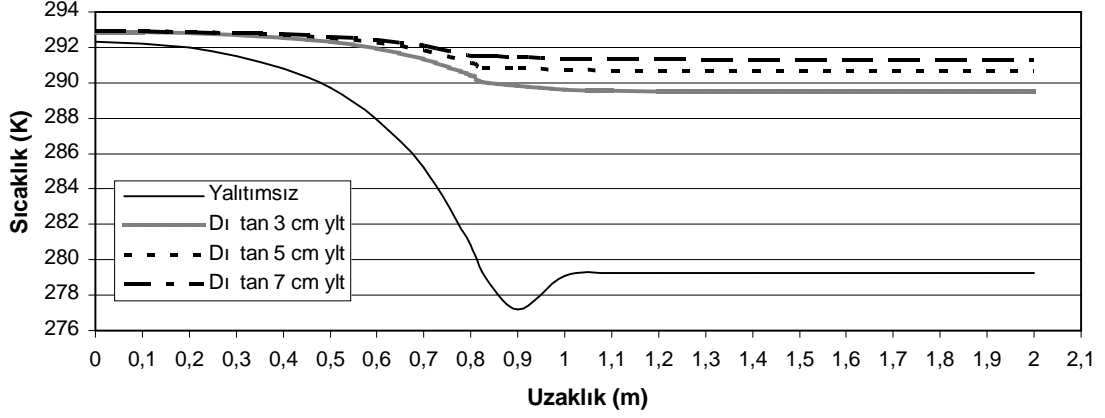


ekil 5.18 D₁ tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta d₁ yüzey sıcaklık de i imleri

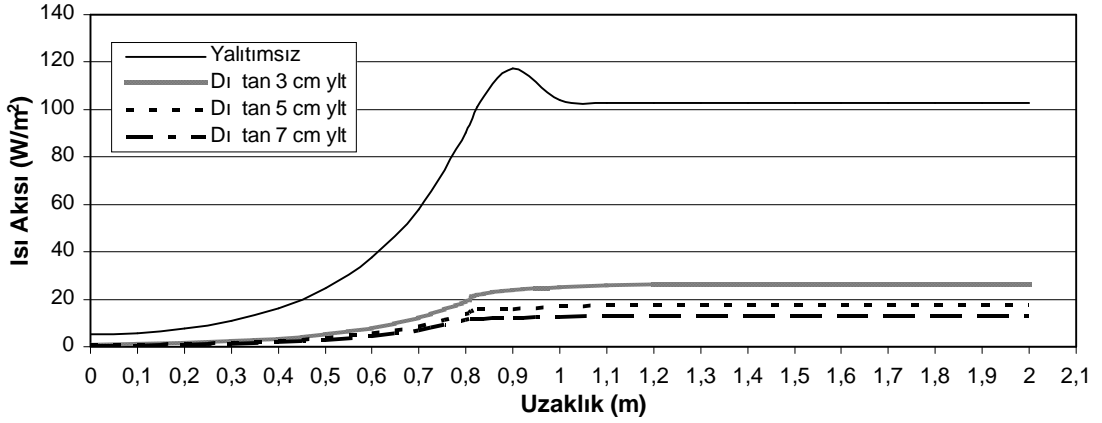


ekil 5.19 D₁ tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta d₁ yüzey ısı akısı de i imleri

ekil 5.21’de d₁ tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Kiri kısmında iç yüzey sıcaklı ının artmasının sebebi, d₁ yüzeyde yalıtım kalınlı ının artmasına ba lı olarak kiri yüzeyinde ısı akısının azalmasından kaynaklanmaktadır. Etkin ısı köprüsü özelli i olan kö e noktasında da yalıtımsız duruma göre dü ük ısı akısı de erine ula ılmaktadır. Yalıtımsız durumda kö e noktasındaki ısı akısı 117 W/m² iken d₁ tan 5 cm yalıtım durumunda 15,76 W/m² de erine dü mektedir. Yalıtımsız durumda duvar yüzeyinde 102,72 W/m² olan ısı akısı de eri d₁ tan 7 cm yalıtım durumunda 13,02 W/m² olmaktadır. Isı akısının bu kadar çok dü mesinin nedeni; duvara da kazandırılan ısı depolama özelli i sonucu, duvar kesitinin bir bütün olarak sıcak ortamda kalmasıdır.



ekil 5.20 D₁ tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey sıcaklık de iimleri



ekil 5.21 D₁ tan farklı yalıtım kalınlıklı ara kat kiri li duvar blokta iç yüzey ısı akısı de iimleri

5.3 Farklı Geometrilere Olu an Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

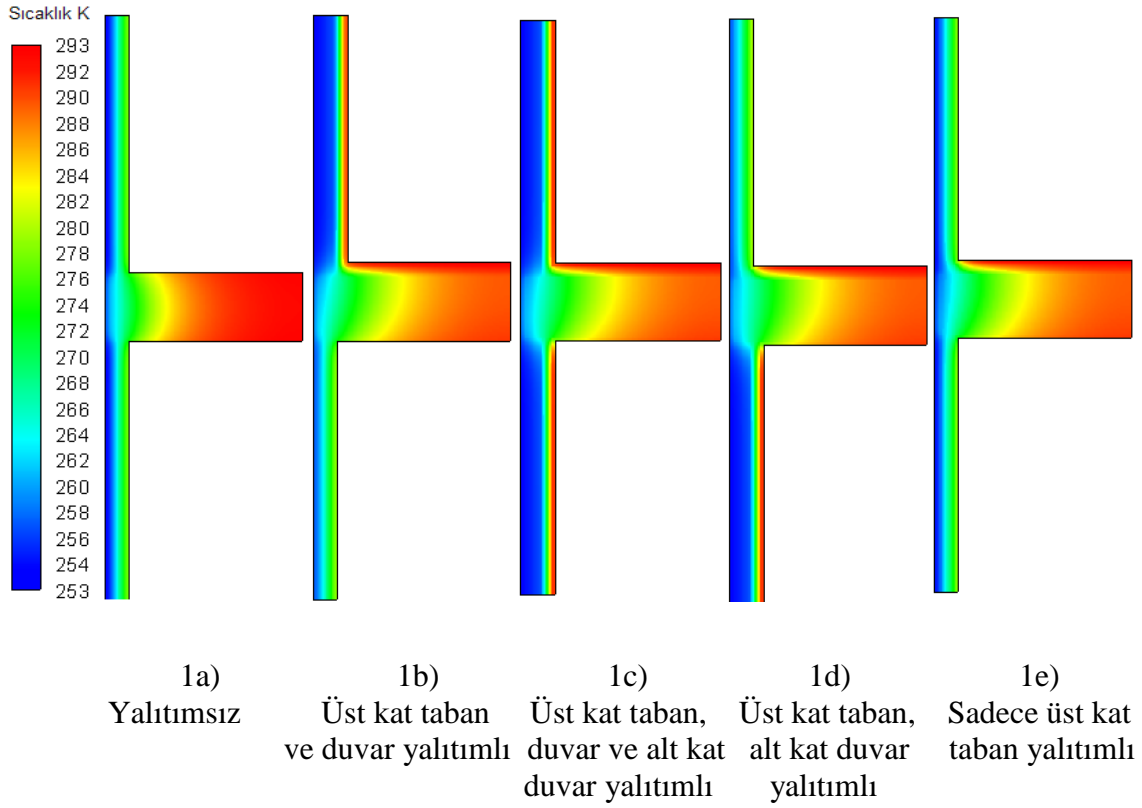
ncelenen bütün modellerde yalıtım kalınlı ı 5 cm olarak seçilmi tir. Yalıtımın içten, içten ve kiri önü, sandviç ve dı tan uygulanması durumunda, yalıtımın yerleri de i tirilerek elde edilen farklı geometrilere olu an ara kat kiri li duvar bloktaki ısı köprüsünün sıcaklık da ılımları gösterilmi tir. D₁ yüzeyde, üst kat ve alt kat iç yüzeyde sıcaklık ve ısı akısı de iimleri grafiksel olarak incelenmi tir. Sınır ko ulları olarak dı ortam sıcaklı ı ve ısı ta nım katsayısı sırasıyla -20 °C, 25 W/m²K, iç ortam sıcaklı ı ve ısı ta nım katsayısı sırasıyla 20 °C, 8 W/m²K olarak seçilmi tir.

ekil 5.22'de içten 5 cm yalıtım kalınlı ında, yalıtımın farklı ekilerde uygulanması durumunda olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.23'de ise modellerin yapı düzeni gösterilmektedir. Yalıtımsız durumda kiri te ısı akıları büyüktür ve dı ortama do ru gidildikçe yanal ısı akımlarının da artmasıyla ısı köprüsü etkisi belirgin bir ekilde artmaktadır. Sıcaklık konturunda da görüldü ü gibi, ısı köprüsünün oldu u

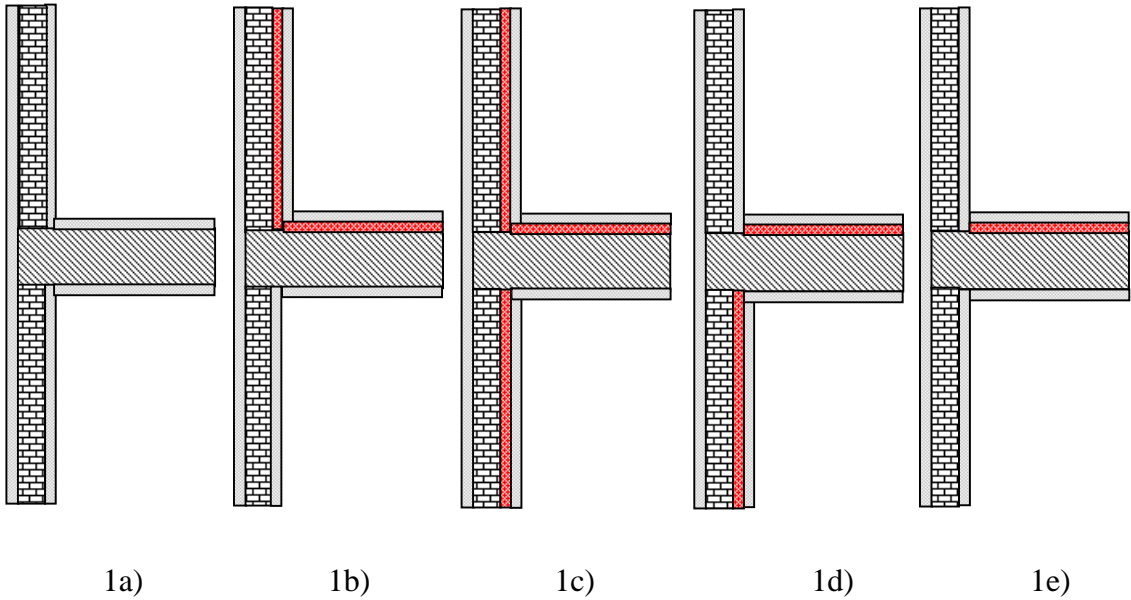
kısım açık renkte yani sıcaklık dü ğük bundan dolayı bu kısım daha so uktur. Yalıtımın uygulandı ı kısımlarda, ısı geçi i azalmaktadır ve yalıtım kalınlı ındaki ısı birikmesinden dolayı rengin koyu kırmızı oldu u yani sıcaklı ın daha yüksek oldu u görölmektedir.

5.3.1 İçten Yalıtımlı Farklı Geometrilere Olu an Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının İncelenmesi

Şekil 5.24'de içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilere olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de ğişimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız ve di ğer durumlar da dahil be durumda da kiri bölgesinde ısı köprüsü etkisi önlenememi tir. Her durumda, duvar yüzeyi boyunca sıcaklık sabit kalmaktadır. Duvar yüzeyinin yalıtımsız oldu u (1a, 1b (alt kat duvar), 1d (üst kat duvar) ve 1e (alt ve üst kat duvar)) durumlarda dı duvar yüzey sıcaklı ı 257,41 K iken, yalıtımlı oldu u (1b (üst kat duvar), 1c (alt ve üst kat duvar), 1d (alt kat duvar)) durumlarında 253,72 K'e dü mektedir. Kiri kısmında sıcaklık, yalıtımsız (1a) durumunda, ortalama 260 K civarında iken, üst katın tamamının yalıtımlı oldu u (1b) durumunda 259 K, 1c (üst kat taban ve duvar, alt kat sadece duvar), ve 1d (yalnızca üst kat taban ve alt kat duvar)) durumlarında 258 K ve (1e) (yalnızca üst kat taban yalıtımlı) durumunda yakla ık 259 K civarındadır. (1b), üst katın tamamen (taban ve duvar) ve alt katın yalnızca duvar yalıtımlı oldu u (1c) ve üst kat taban ve alt kat duvar yalıtımlı oldu u (1d) durumlarında üst kata yapılan yalıtımla, yanal ısı akımlarını engellenmi tir ve bu nedenle dı yüzey sıcaklıklarının yalıtımsız duruma göre daha dü ğük oldu u gözlemlenmi tir. (1d) durumunda üst kat duvarına uygulanan yalıtım kaldırıldı ından dı yüzey sıcaklı ı, az da olsa (1c) durumuna göre daha fazla oldu u görölmektedir. (1e) durumunda ise, yalıtımsız yüzey alanı arttı ından kiri in ısı kazanma yüzeyi artmı tir. Böylece yüksek ısı iletme özelli ine sahip olan kiri in, bu durumda dı yüzey sıcaklı ı en yüksek seviyeye ula maktadır. Yalnızca üst katın tabanına yapılan yalıtım sonucu; üst kat taban yüzey sıcaklı ı artmaktadır.



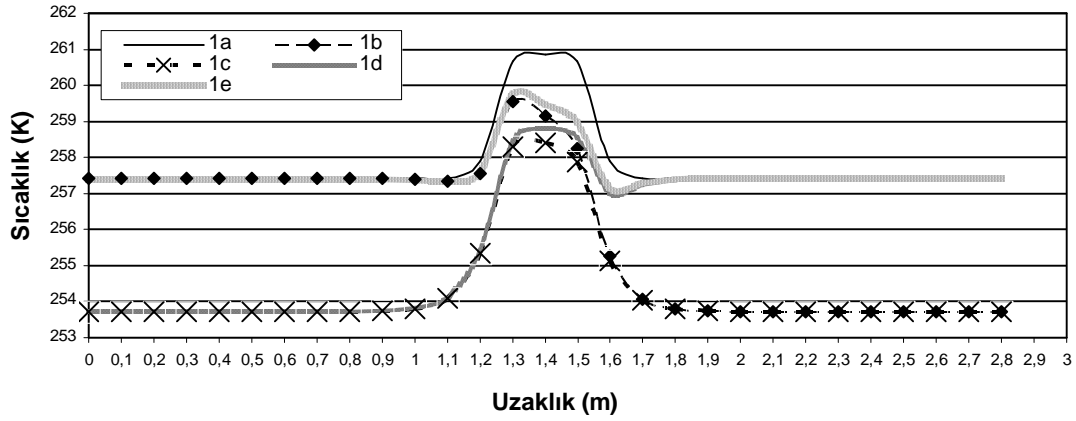
ekil 5.22 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



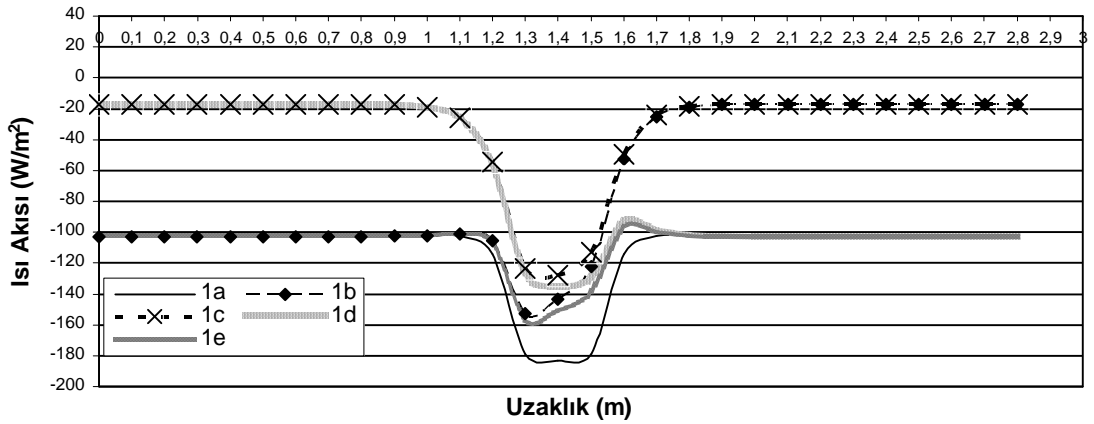
ekil 5.23 çten 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı

ekil 5.25'de içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. çten yalıtım uygulanması durumunda, yalıtımsız duruma göre kiri bölgesinde dı

yüzey ısı akısında azalma meydana gelmektedir. Bunun nedeni, duvarın iç yüzeyinde yalıtım oldu undan kö e noktadaki ısı akımının tek boyutlu olmasındandır. Fakat yine de içten yalıtım uygulanması durumunda ısı köprülerinin yok edilemedi i, grafiklerde ısı köprüsünün oldu u kısımlarda ısı akısında meydana gelen artmadan dolayı anlaşılmaktadır. Duvar dı yüzey ısı akısı da yapılan yalıtım sonucu azalmaktadır.



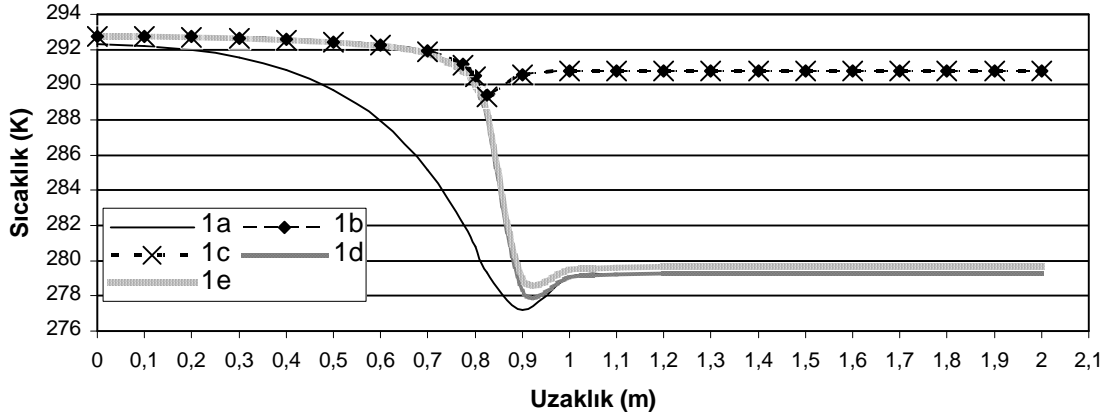
ekil 5.24 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de iimleri



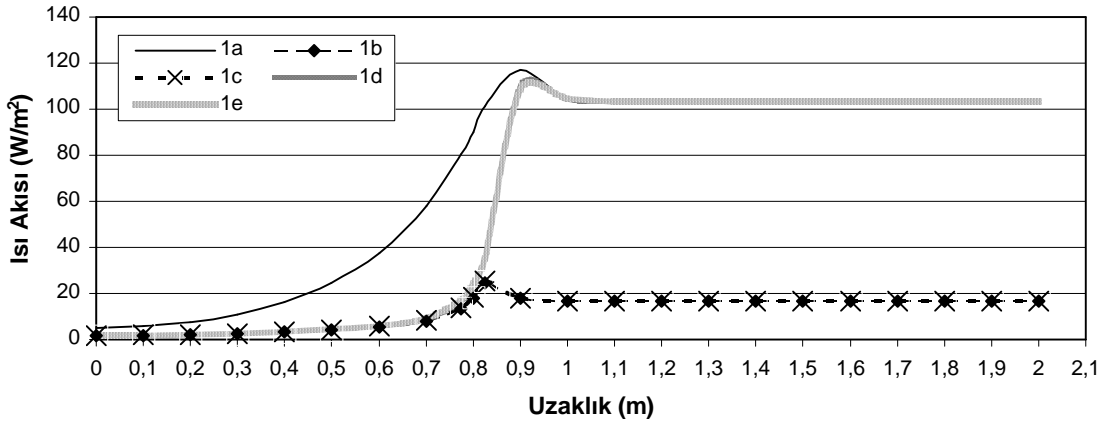
ekil 5.25 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de iimleri

ekil 5.26'da içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta (ısı köprüsü modeli) üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız duruma göre, di er dört durumda da üst kat taban yüzeyinde ortalama 2 K'lik artı olmu tur. Yalnızca, üst kat taban ve alt kat duvarının yalıtımlı oldu u (1d) ve sadece üst kat tabanın yalıtımlı oldu u (1e) durumlarında, üst kat duvar yüzeyi yalıtımsız oldu undan kö e noktasından itibaren duvar yüzeyinde sıcaklık dümektedir.

ekil 5.27’de içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. ç yüzeye yalıtım uygulandı ında, dı ortama iletilen ısı akısı azaldı ından, iç yüzey sıcaklı ı artmakta ve aynı zamanda kiri vasıtasıyla iletilen ısı azaldı ından ısı köprüsü etkisi azalmaktadır. Bu nedenle hem üst kat hem de ısı köprüsü için en iyi modellerin; üst katın tamamının (taban ve duvar) yalıtımlı oldu u (1b) ve üst kat tamamı ve alt kat duvarı yalıtımlı olan(1c) modelleri oldu u görülmektedir.



ekil 5.26 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri

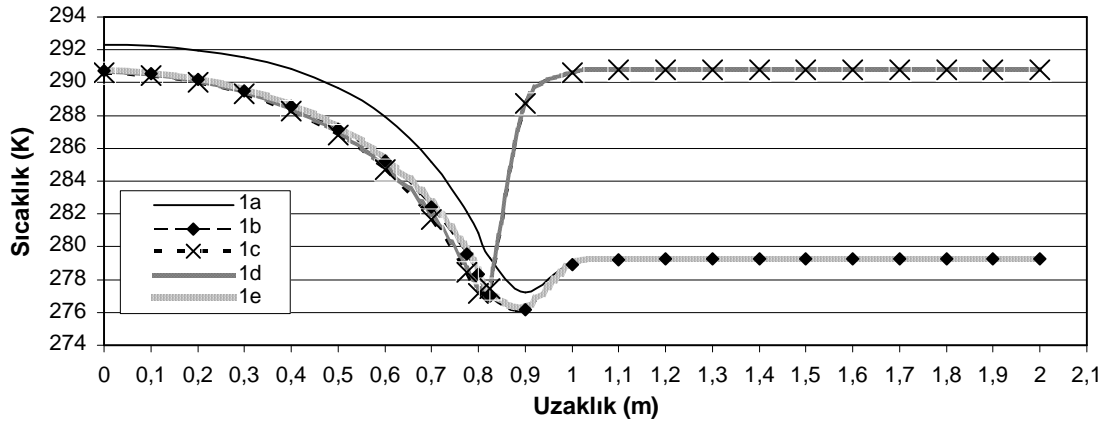


ekil 5.27 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de i imleri

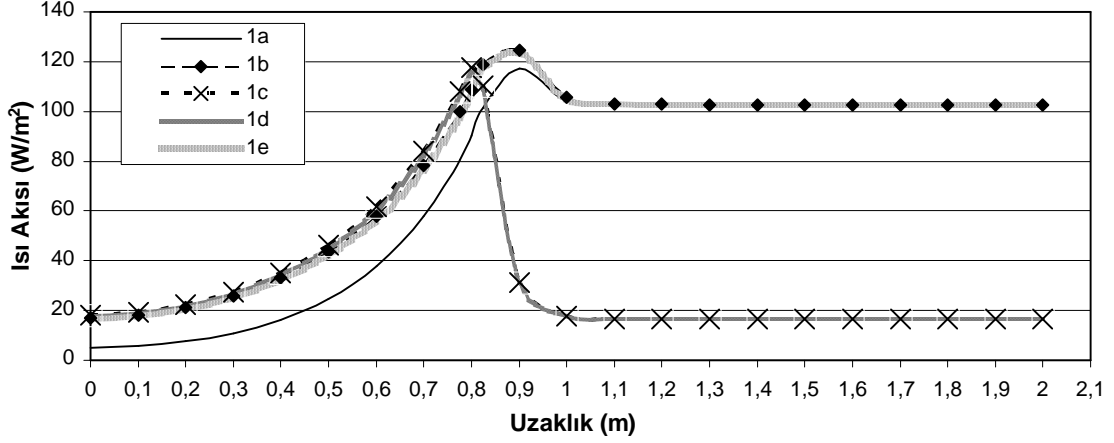
ekil 5.28’de içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) durumunda, yalıtımsız (1a) durumuna göre üst kata yapılan yalıtımın etkisiyle kiri kesitinde sıcaklı ın dü tü ü gözlemlenmektedir. Bu durum alt kattan olan ısı iletimini artırarak alt kat kiri iç yüzey sıcaklı ının dü mesine neden olmaktadır. Üst katın tamamı ve alt katın sadece duvarının yalıtımlı

oldu u (1c) modelinde, duvarlara yapılan yalıtımla duvar kesiti so uk ortamda kalmaktadır. Bu durum, kiri kısmından duvarlara olan yanal ısı akımlarının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle (1c)'nin tavan yüzey sıcaklığı (alt kat kiri yüzey sıcaklığı), üst katın tamamının (taban ve duvar) yalıtımlı oldu u (1b)'den daha düşük oldu u görülmektedir. Yalnızca üst kat taban ve alt kat duvarın yalıtımlı oldu u (1d)'de üst katın yalıtımsız kısmından olan ısı iletimiyle, kiri kesit sıcaklığı artmaktadır. Böylece iç ortamdan dış ortama ısı iletimi azalmakta ve (1d)'nin alt kat kiri iç yüzey (tavan) sıcaklığı, üst katın taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1c)'den daha yüksek olmaktadır. Yalnızca üst kat tabanın yalıtımlı oldu u (1e) durumunda, yalıtımsız durumdaki duvarların kesit sıcaklıkları yüksektir. Bu nedenle duvarlardan ısı köprüsüne yanal ısı akımları artmaktadır. Bu durum, alt kat kiri iç yüzey sıcaklığının (1d)'ye göre daha fazla olmasını sağlar. (1c) ve (1d)'nin alt kat duvar yüzeyleri yalıtımlı olduklarından, duvar iç yüzey sıcaklıkları, alt ve üst kat duvarlarının yalıtımsız oldu u (1e) durumundan fazladır.

ekil 5.29'da içten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. Alt kat kiri yüzeyi için ısı akısının en düşük oldu u model, (1e)'dir. Bu nedenle bu modelde en yüksek kiri iç yüzey sıcaklığına ula ılmaktadır. İç yüzeyden olan ısı akısının azalması, iç yüzey sıcaklığını artırarak iç ortam konfor koşullarının artmasını sağlayacaktır.



ekil 5.28. İçten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değişimleri



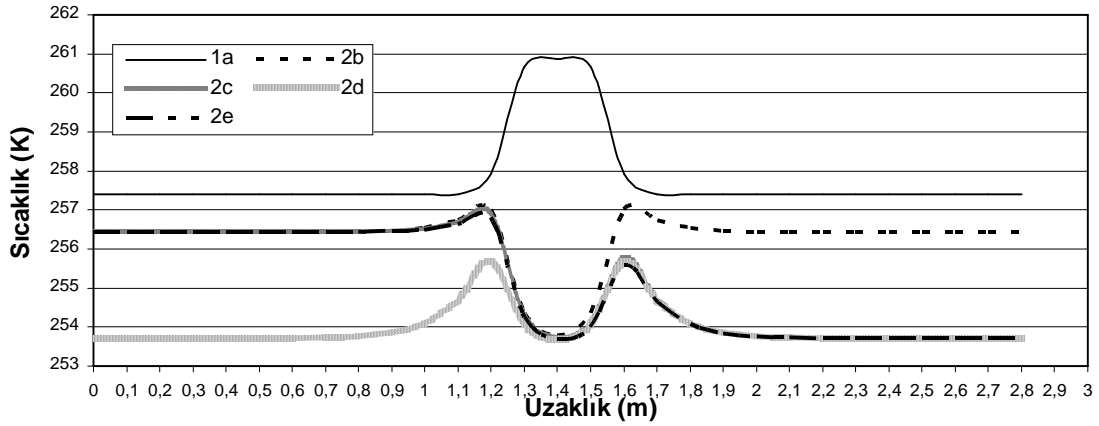
ekil 5.29 çten 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri

5.3.2 çten ve Kiri Önü Yalıtımlı Farklı Geometrilerden Olu an Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

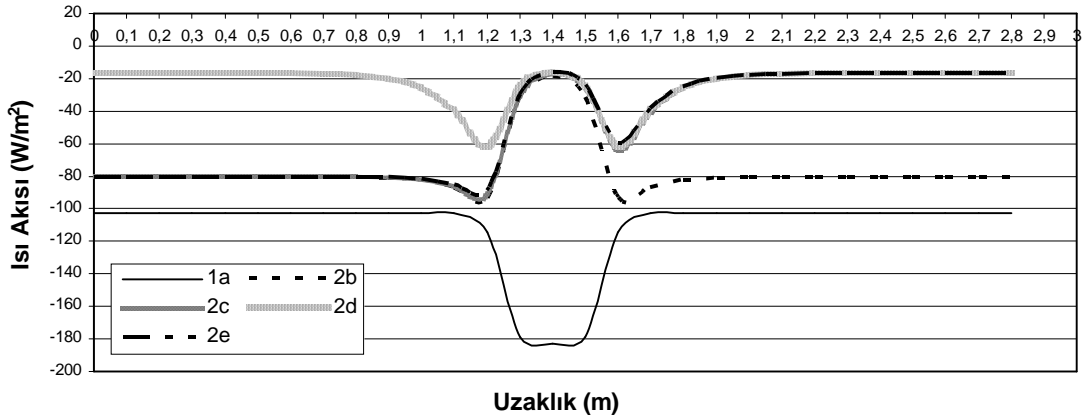
ekil 5.30'da içten ve kiri önüne 5 cm yalıtım uygulanması durumunda farklı geometrilerde olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.31'de model yapıları gösterilmektedir. Bu modellerde kiri önüne yapılan yalıtım, ısı köprüsüne ısı depolama özelli i kazandırmaktadır. Kiri , sıcaklık konturunda görüldü ü gibi kırmızı bir renk almakta ve sıcaklı ı yükselmektedir. Duvara ısı depolama özelli i kazandırılmadı ndan, sıcaklık da ılımında duvar kesiti so uk ve mavi renkte görünmektedir.

ekil 5.32'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta (ısı köprüsü modeli) dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Bu modellerde kiri önüne 5 cm yalıtım uygulandı ndan yapıdaki statik dengenin sa lanması açısından duvar kalınlı ı, yalıtımsız duruma göre 5 cm daha kalın seçilmi tir. Böylece bu modellerde (2b, 2c, 2d ve 2e), duvarın yalıtımsız oldu u durumdaki dı duvar yüzey sıcaklı ı, yalıtımsız durum olan (1a) durumundaki dı duvar yüzey sıcaklı ından yaklaşık 1 K daha dü ük olmaktadır. Kiri önündeki yalıtım nedeniyle bu modellerde, yalıtımsız (1a) modeline göre kiri dı yüzey sıcaklı ı dü mektedir. (1a) modelinde kiri kısmı dı yüzey sıcaklı ı 260 K iken, bu modellerde (2b, 2c, 2d ve 2e) 254 K' e dü mektedir. Dü en dı yüzey sıcaklı ı, dı arıya olan ısı iletiminin azaldı nı göstermektedir. ekil 7.32'de de görüldü ü gibi yalıtımın alt ve üst kısmında ani sıcaklık artı ları olmaktadır. Bu duruma, yalıtımla kiri -duvar arasındaki kısımdan kaçan ısı sebep olmaktadır.

ekil 5.33'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kiri li duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız durumda kiri kısmında, iç ortamdan dış ortama olan ısı akısı değerleri yükselmektedir. Bu değer, $182,91 \text{ W/m}^2$ değerine ulaşmaktadır. Kiri önüne uygulanan yalıtım, dış yüzeye iletilen bu ısı akısı değerini azaltıcı etki göstermektedir.



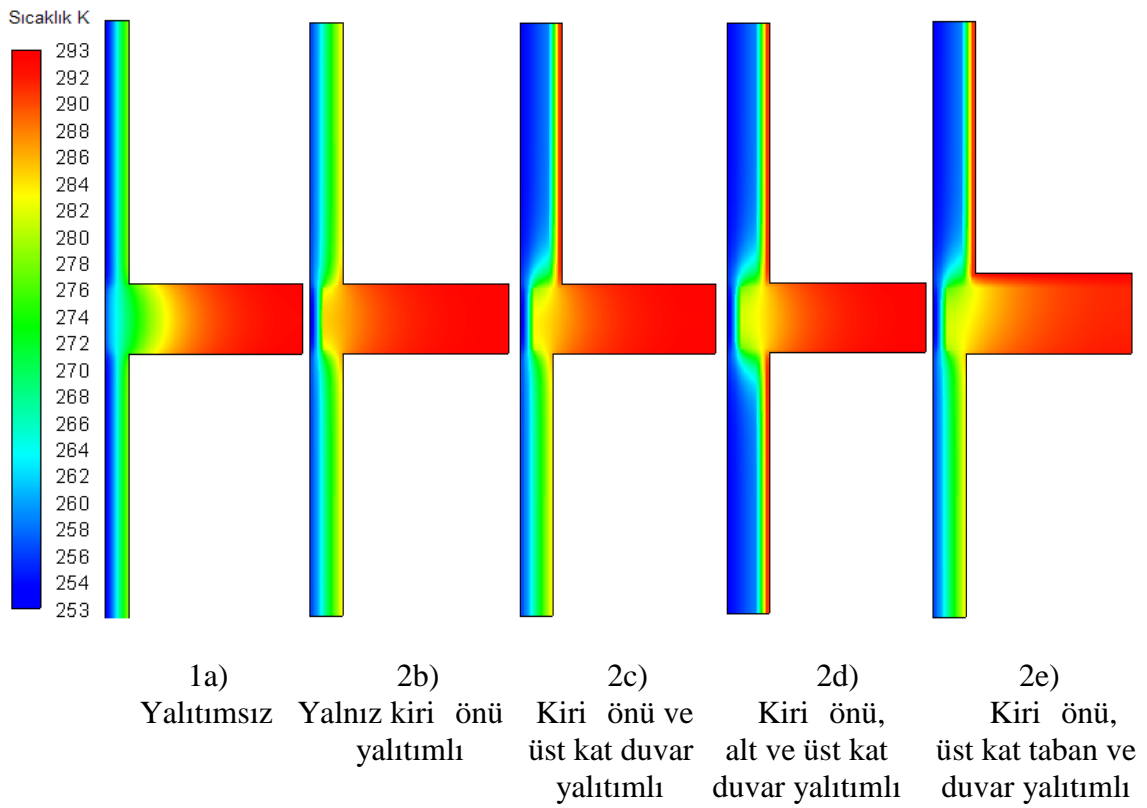
ekil 5.32 içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kiri li duvar blokta dış yüzey sıcaklık değişimleri



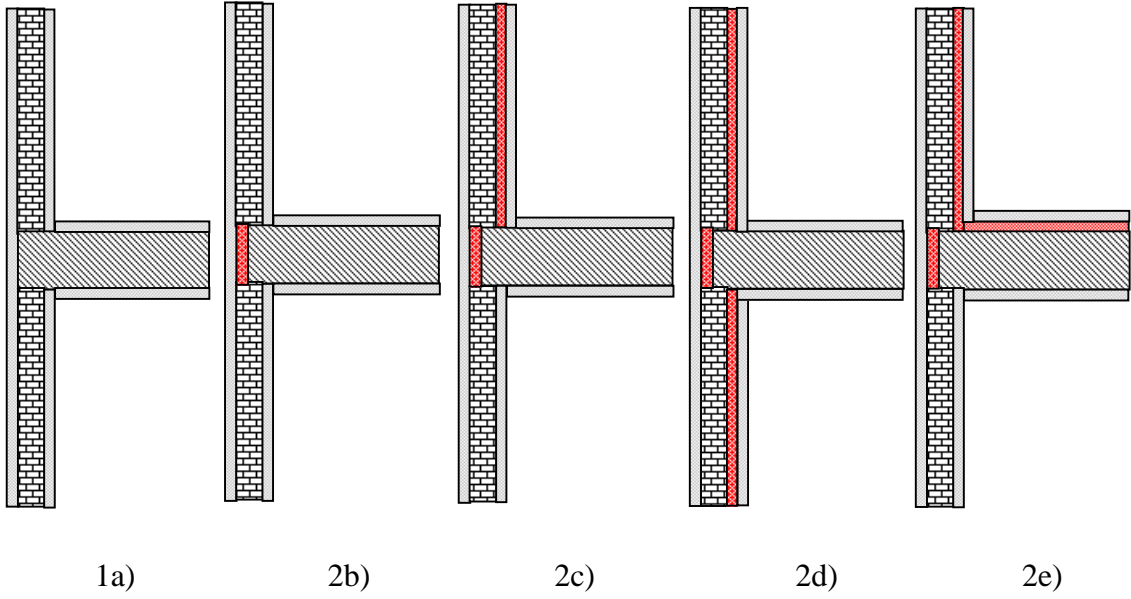
ekil 5.33 içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kiri li duvar blokta dış yüzey ısı akısı değişimleri

ekil 5.34'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. Yalnız kiri önünün yalıtımlı olduğu (2b) modelinde üst kat taban sıcaklığı ortalama 292 K iken yalıtımsız (1a) modelinde 290 K olmaktadır. Kiri önü ve üst kat duvarın yalıtımlı olduğu (2c) modelinde üst kat duvarına yapılan yalıtım sonucu, duvar iç yüzey sıcaklığı artmaktadır. Ancak duvar kesitindeki sıcaklık dış ortama düşmektedir. Bu nedenle, yalıtım ve kiri-duvar kesiti arasındaki kısımdan olan ısı akısı artmaktadır. Böylece üst kat taban iç yüzey sıcaklığı, yalnız kiri önünün yalıtımlı

oldu u (2b) durumuna göre dü mektedir. Fakat yalıtımsız durum olan (1a)'dan daha yüksektir. Kiri önü ve alt ve üst kat duvarların yalıtımlı oldu u (2d) modelinde, alt kat duvarına yapılan yalıtım, alt katın duvar kesit sıcaklı ını dü ürmektedir. Bu durum, üst katı da etkileyerek (2d)'nin üst kat taban yüzey sıcaklı ının az bir miktar kiri önü ve üst kat duvarın yalıtımlı oldu u (2c)'ye göre dü mesine neden olmaktadır. Üst kat yüzey sıcaklı ı için en iyi sonuca, kiri önü ve üst kat taban ve duvarın yalıtımlı oldu u (2e) modelinde eriilmektedir. Yalıtımla iç ortamdaki ısı iletimini azaltılmakta ve iç yüzey sıcaklı ı artmaktadır. Her durumda (2b, 2c, 2d ve 2e), duvara yapılan yalıtım duvar yüzey sıcaklı ının artmasını sa lamaktadır.

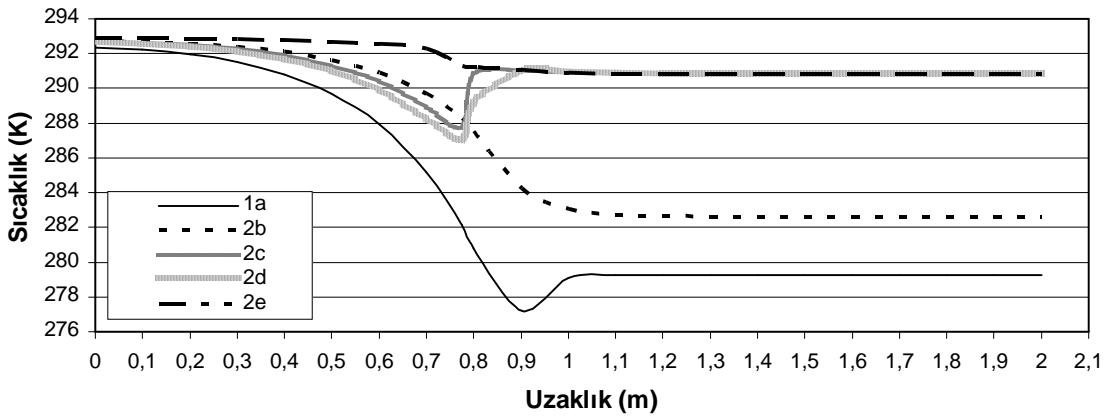


ekil 5.30 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları

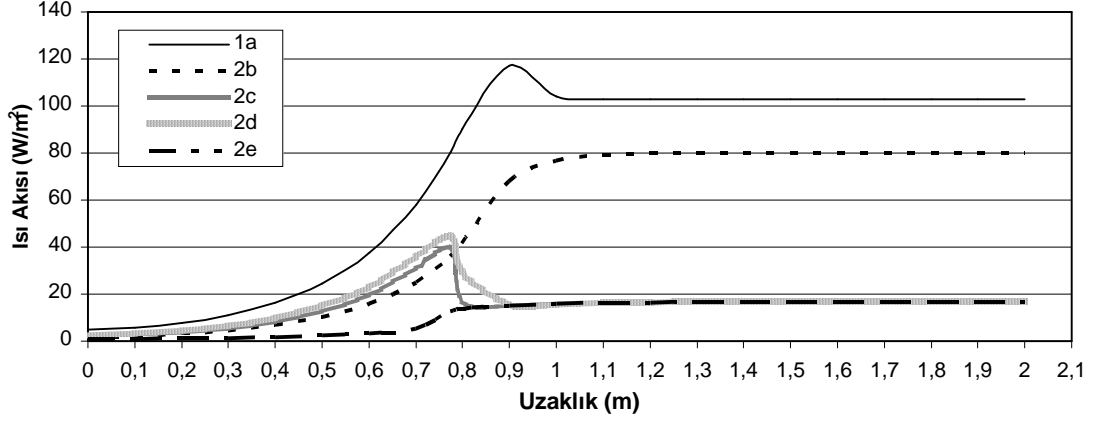


ekil 5.31 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı

ekil 5.35’de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. Bütün modellerde (2b, 2c, 2d ve 2e), kö e noktasında ısı akısında artı görülmektedir. Çünkü kö e noktaları etkin ısı köprüleridir. Uygun ekilde yalıtılmadıklarında bu modellerde oldu u gibi ısı iletimine köprü olu turmaktadırlar. Bu durumda iç ortam konfor ko ulları azalmakta ve buralarda yo u ma, küf ve mantar gibi sa lık ve ya am ko ullarını olumsuz etkileyecek durumlar meydana gelebilmektedir.



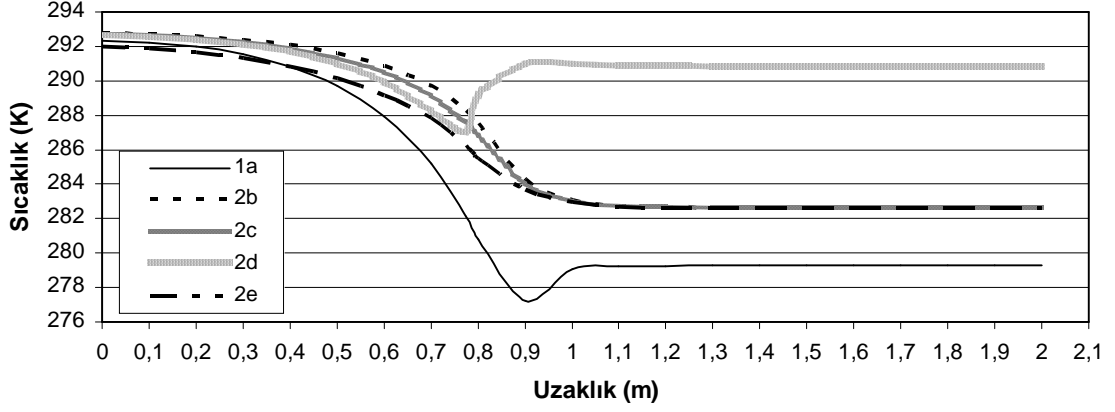
ekil 5.34 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de iimleri



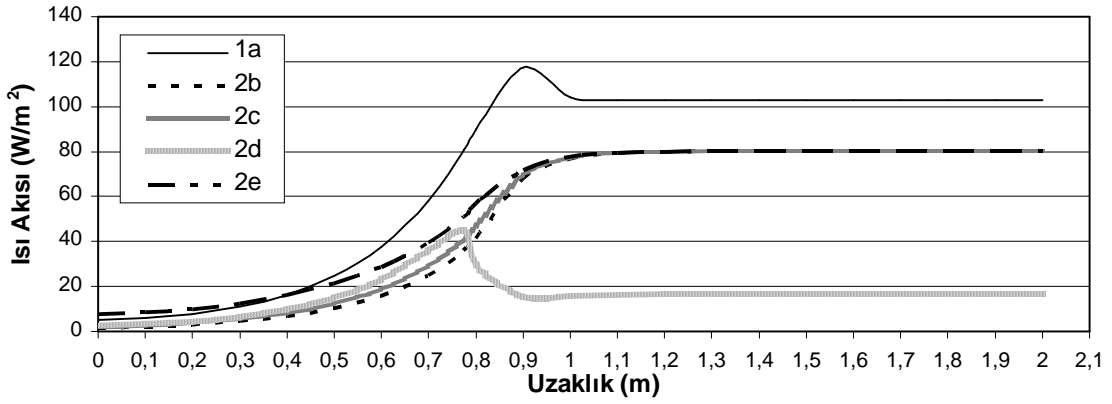
ekil 5.35 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de i imleri

ekil 5.36'da içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Yalnız kiri önünün yalıtımlı oldu u (2b) modelinde, alt kat yüzey sıcaklı ı, üst kat duvarı yalıtımlı olan (2c) modeline göre daha yüksek oldu u gözlemlenmektedir. Üst katın duvar kesit sıcaklı ı dü ük oldu undan, ısı alt katın yüzeyinden so uk olan üst kat duvarına do ru kaçmaktadır. Kiri önü ve alt ve üst kat duvarların yalıtımlı oldu u (2d) modelinde, alt kat duvarına yapılan yalıtımla, duvar kesit sıcaklı ının azaldı ı kesit sayısı ikiye çıkmaktadır. Isı, kiri vasıtasıyla buralardan kaçmaktadır. Bu nedenle alt kat yüzey sıcaklı ı, kiri önü ve üst kat duvarı da yalıtımlı olan (2c)'ye göre azalmaktadır. Birbirine benzer modeller olan (2c) ve (2e)'ye bakıldı ında, (2e)'de üst kat tabanına da yapılan yalıtım sonucu kiri e olan ısı iletimi azalmaktadır. Azalan kiri sıcaklı ı iç ortamdan olan ısı iletimini artırarak, iç yüzey sıcaklı ını azalmasına neden olmaktadır.

ekil 5.37'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. çten yalıtımın oldu u modellerde, kö e noktasından olan yanal ısı akımlarının azalması sonucu grafikteki tepe ekindeki kısım düzle mektedir. Çünkü buradan olan ısı akıları azalmaktadır. Duvarın yalıtımsız oldu u modellerde, kö e noktalarından olan ısı akılarının daha yüksek oldu u gözlemlenmektedir.



ekil 5.36 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri



ekil 5.37 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri

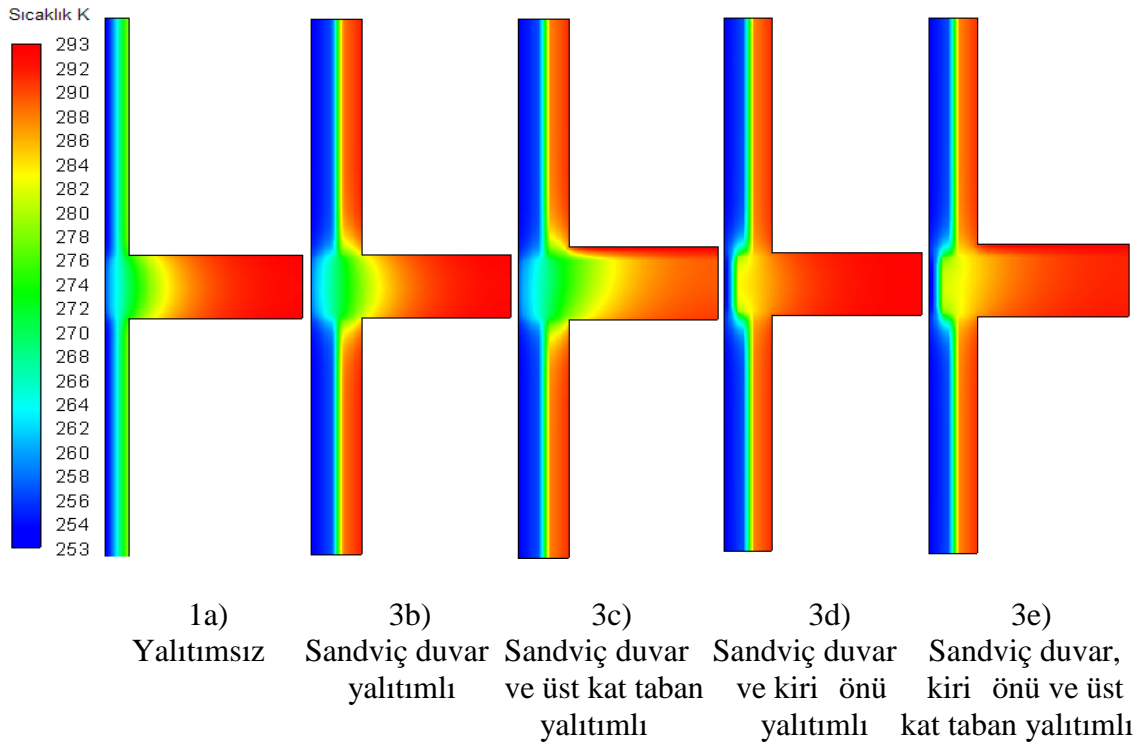
5.3.3 Sandviç Yalıtımlı Farklı Geometrilerden Olu an Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

ekil 5.38’de sandviç 5 cm yalıtım uygulanması durumunda farklı geometrilerde olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.39’da modeller için yapı düzenleri gösterilmektedir. Bu modellerde, duvarlar arasında yalıtım oldu undan ve duvarlar çift katmandan olu tu undan dolayı duvarlarda sıcaklık yükselmektedir. Bu nedenle sıcaklık da ılımında renk kırmızı olmaktadır. Yalıtımla önlem alınmayan modellerde, kiri bölgesinde renk açılmaktadır. Buralarda ısı kayıpları yükselmektedir.

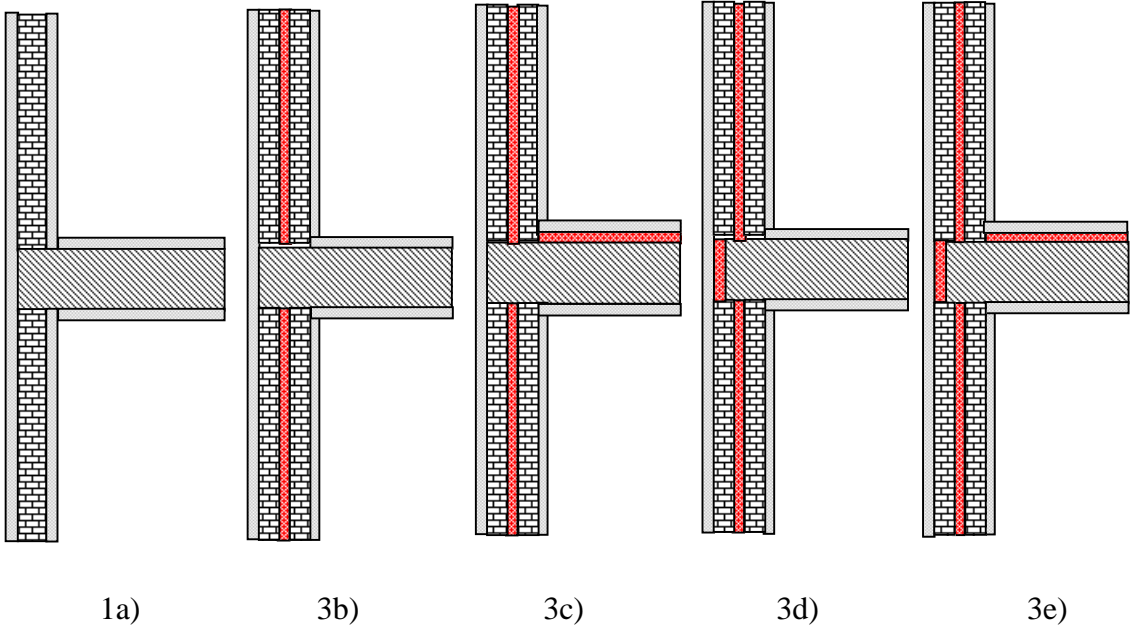
ekil 5.40’da sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Sandviç duvar yalıtımlı (3b) durumunda, duvarda sıcaklık 253,68 K de erinde sabit olarak devam etmekte iken, kiri kısmında dı yüzey sıcaklı ı 259 K’e kadar çıkmaktadır. Yalıtımsız durumda kiri kısmında sıcaklık 260 K, duvar yüzeyinde ise 257,41 K olarak

ölçülmektedir. Sandviç duvara ek olarak üst kat tabanına da yalıtımın yapıldığı (3c) durumunda, üst kata yapılan yalıtım kiri ile olan ısı iletimini azaltacağından kiri duvar yüzeyinde sıcaklık az miktarda olsa azalmaktadır. Ancak kiri duvar yüzey sıcaklığı değişmemektedir. (3d) ve (3e)'de kiri önüne yapılan yalıtım, kiri kısmının duvar yüzey sıcaklığını ortalama 254 K değerine kadar düşürmektedir. Yalnızca yalıtımın alt ve üst kısmında ısı kaçaklarından dolayı sıcaklıkta sıçrama (ani artış) görülmektedir.

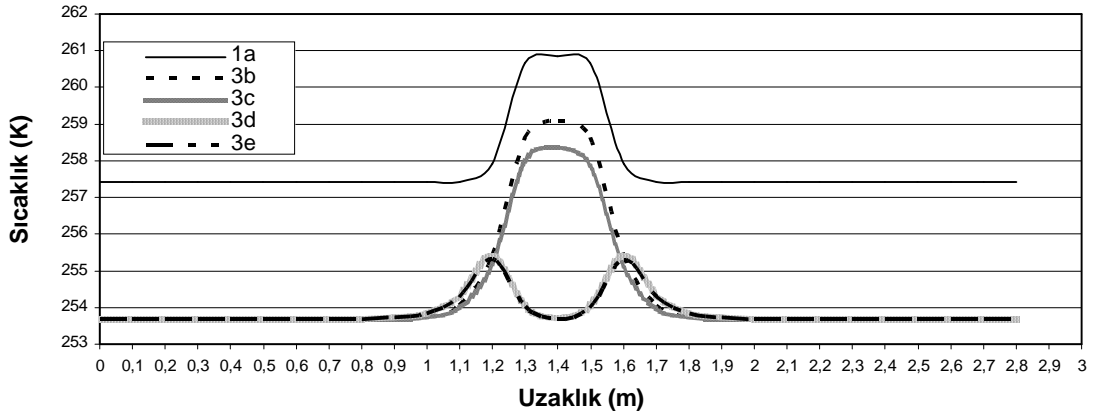
Şekil 5.41'de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta duvar yüzeyde meydana gelen ısı akısı değerimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda, kiri bölgesinde duvar yüzey ısı akısı $182,91 \text{ W/m}^2$ ile en yüksek değerine ulaşmaktadır. Duvar bölgesinde bu değer, $102,75 \text{ W/m}^2$ değerindedir. Yalnızca sandviç duvar yalıtımlı (3b) durumunda kiri bölgesinde ısı akısı en yüksek 142 W/m^2 değerinde iken (3c), (3d) ve (3e) durumlarında sırasıyla en fazla $121,8 \text{ W/m}^2$, $16,5 \text{ W/m}^2$ ve $15,8 \text{ W/m}^2$ değerlerinde olmaktadır. Sandviç duvar yalıtımında ısı köprüsünü engellemede en etkili çözüm, kiri önüne yapılan yalıtım olduğu görülmektedir.



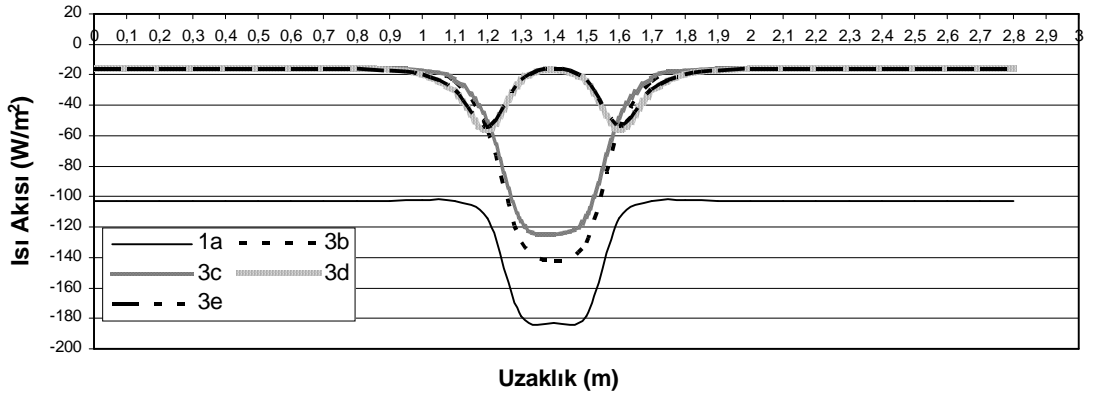
Şekil 5.38 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları



ekil 5.39 Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



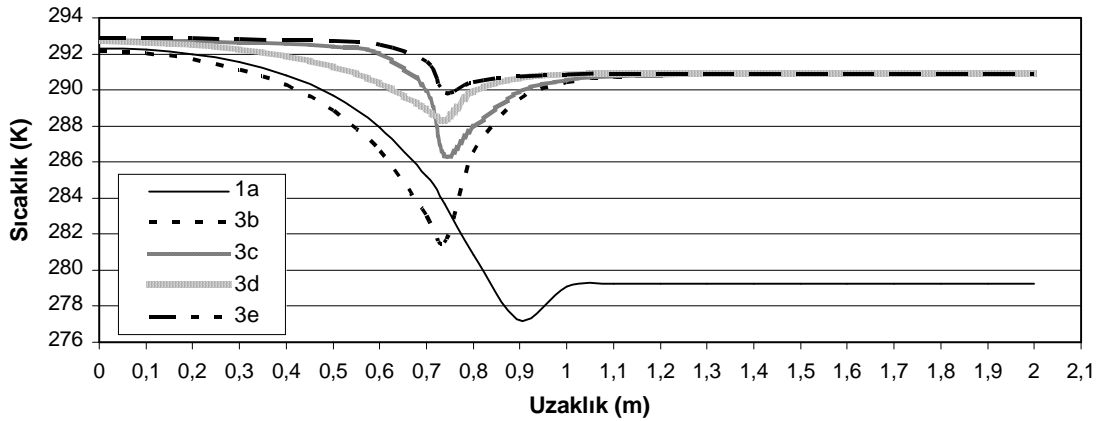
ekil 5.40 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilere sahip ara kat kiri li duvar blokta dış yüzey sıcaklık dağılımları



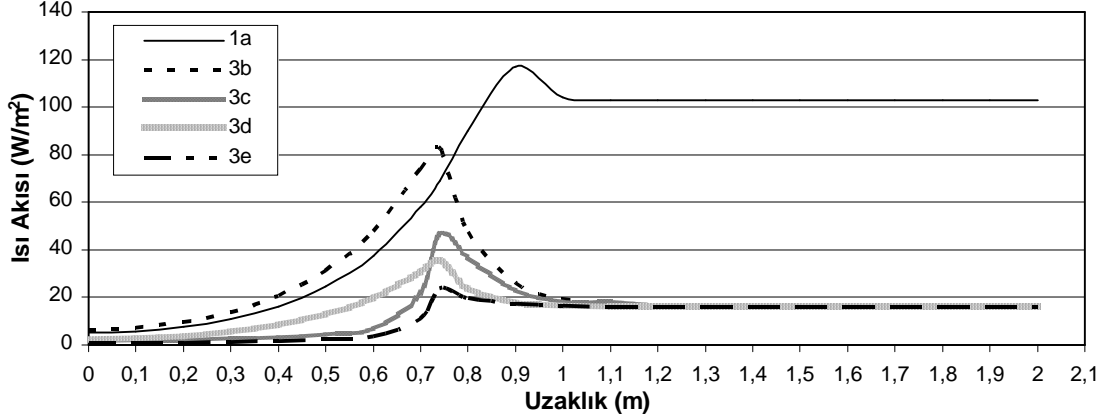
ekil 5.41 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilere sahip ara kat kiri li duvar blokta dış yüzey ısı akısı dağılımları

ekil 5.42’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Grafikte de görüldü ü gibi üst kat yüzey sıcaklı nda kö e noktasına yakla ılırken dü ü olmakta daha sonra yalıtımlı duvar yüzeyinde sıcaklık tekrar artmaktadır. En dü ük sıcaklık, 277,2 K ile yalıtımsız (1a) durumunda olmaktadır. En yüksek kö e noktası sıcaklı ına da 289,82 K ile sandviç duvar, kiri önü ve üst kat taban yalıtımlı olan (3e) durumunda ula ılmaktadır. Tabanın yalıtımlı oldu u modellerde üst kat yüzey sıcaklıklarının yüksek oldu u gözlemlenmektedir.

ekil 5.43’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta (ısı köprüsü modeli) üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Tabanda en dü ük ısı akısına tabanın da yalıtımlı oldu u (3e) modelinde eri ılmektedir. Bir di er taban yalıtımlı model olan (3c)’de ise (3e)’deki gibi dü ük ısı akısı de erlerine ula ılamamaktadır. Çünkü tabana yalıtım yapılarak üst kat taban yüzey sıcaklı ı artırılmasına ra men kiri için bir önlem alınmadı ından, ısı kiri ten kaçabilmektedir. (3b) ve (3d) modelleri kar ıla tırıldı nda, kiri önünün de yalıtımlı oldu u (3d) modelinde (3b)’ye göre daha dü ük ısı akısı de erlerine ula ılmaktadır.



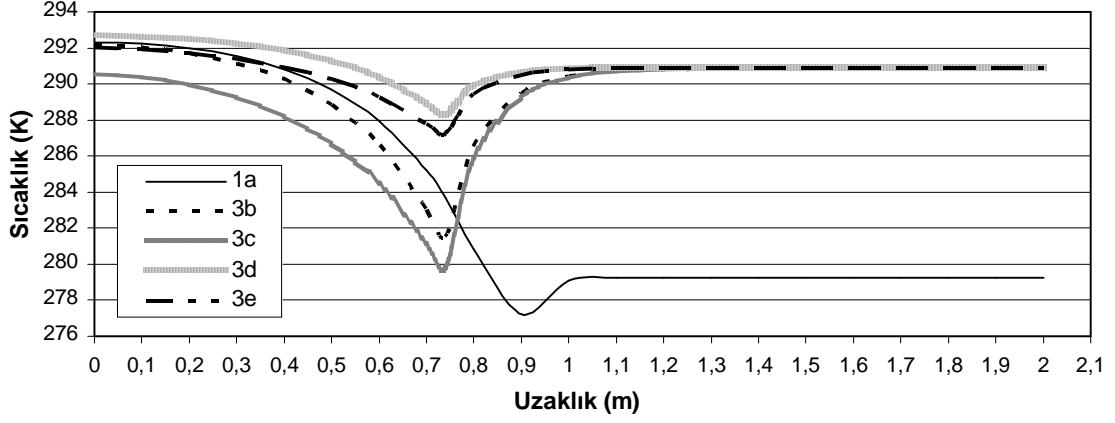
ekil 5.42 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri



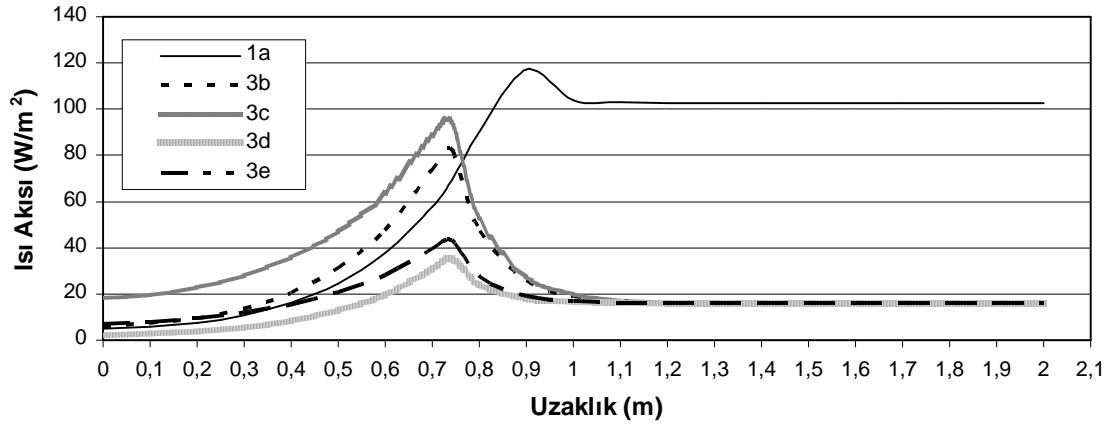
ekil 5.43 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri

ekil 5.44’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. Grafici incelendiğinde sandviç yalıtımlı (3b)’nin alt kat yüzey sıcaklığı, sandviç ve üst kat tabanında yalıtımlı olduğu (3c) modelinden daha yüksektir. (3c)’de üst kat tabanına yapılan yalıtım, kiriş olan ısı iletimini azaltmaktadır. Bu durumda kiriş kesit sıcaklığı düşmektedir. Böylece iç ortamdan, düşük sıcaklıklı kiriş kısmına ısı iletimi artmaktadır. Bu da hem alt kat ortam sıcaklığının, hem de alt kat yüzey sıcaklığının düşmesine neden olmaktadır. (3d) ile (3e) karşılaştırıldığında, (3e)’de üst kata yapılan yalıtım alt kat yüzeyinden olan ısı iletimini artırmaktadır. Bu nedenle alt kat iç yüzey sıcaklığı, (3e) durumunda (3d)’ye göre daha düşük olmaktadır.

ekil 5.45’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşmuş ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. Sandviç duvara ek olarak üst katında yalıtımlı olduğu (3c)’de ısı akısı, (3b)’den daha yüksek olmaktadır. Bu durum, (3c)’nin alt kat yüzey sıcaklığının daha düşük olmasına neden olmaktadır. (3e)’de ısı akısının en yüksek olduğu köşe noktasındaki değeri $43,34 \text{ W/m}^2$ iken, (3d)’de köşe noktasında ısı akısı $35,33 \text{ W/m}^2$ ’dir. Bunun sonucunda, (3e) durumunda sıcaklık, (3d)’ye göre daha düşük deşerdedir.



ekil 5.44 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri



ekil 5.45 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri

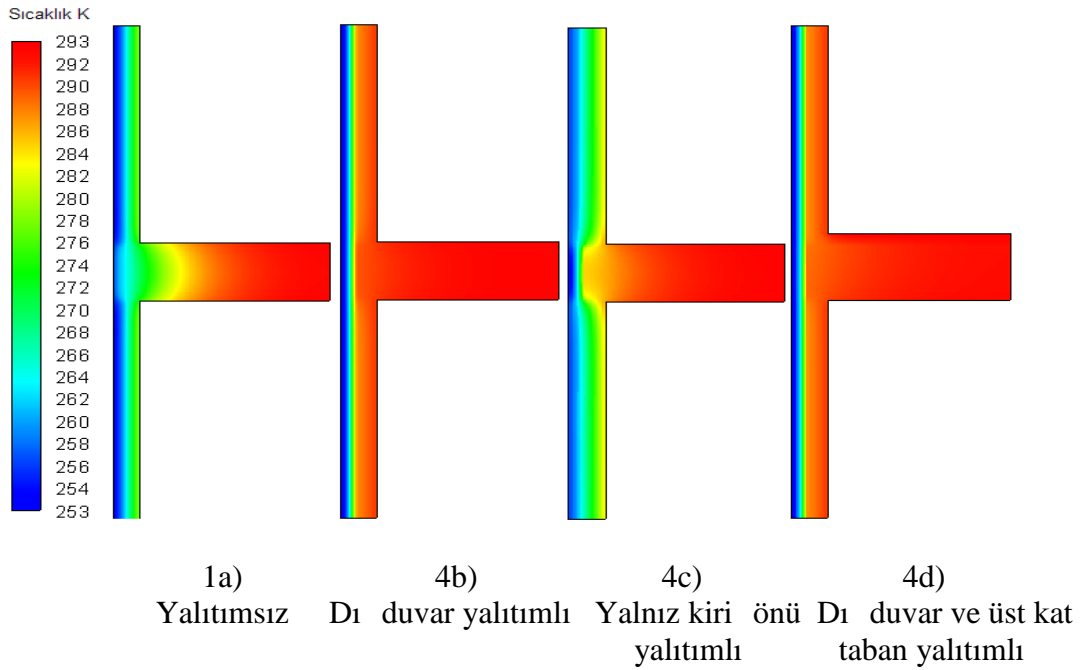
5.3.4 Dı tan Yalıtımlı Farklı Geometrilerden Olu an Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

ekil 5.46'da dı tan 5 cm yalıtım uygulanması durumunda farklı geometrilerde olu an sıcaklık da ılımları, ekil 5.47'de model yapıları gösterilmektedir. Yalıtım, ısı iletimini azalttı ndan yapıya ısı depolama özelli i kazandırmaktadır. Bu nedenle yalıtımın oldu u kısımlar, koyu renkle kendini göstermektedir. Yalıtımın kesintili oldu u yerlerde ise sıcaklık, yalıtımdan uzakla tıkça azalmaktadır. Bu bölgelerde sıcaklık konturundaki renk, koyudan aç ı a do ru de i mektedir.

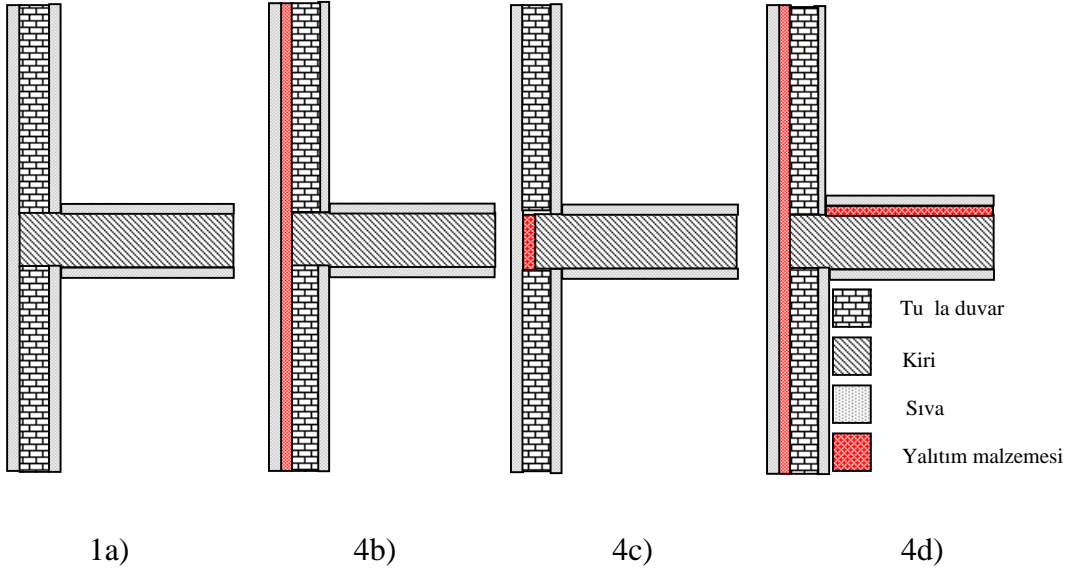
ekil 5.48'de dı tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Yalıtımın dı yüzey boyunca sürekli oldu u (4b) ve (4d) modellerinde, sıcaklık yüzey boyunca homojen bir de ere ula maktadır. (4b) durumunda dı yüzey boyunca sıcaklık ortalama 253,75 K civarındadır. Yalnızca kiri bölgesinde 0,05 K gibi çok küçük bir miktar artarak 253,8 K de erine ula maktadır. (4d)'de ise bu de er üst katın tabanına

yapılan yalıtım nedeniyle azalarak 253,78 K de erine dü mektedir. Yalnız kiri önü yalıtımlı olan (4c) modelinde ise dı duvar yüzeyinde sıcaklık 256,42 K de erine çıkmaktadır. Yalıtımın oldu u kiri kısmında sıcaklık, 253,8 K de erine dü mektedir. Yalıtımın alt ve üst kısımlarında, kiri teki ısı kayıplarından dolayı sıcaklık artı ları görülmektedir.

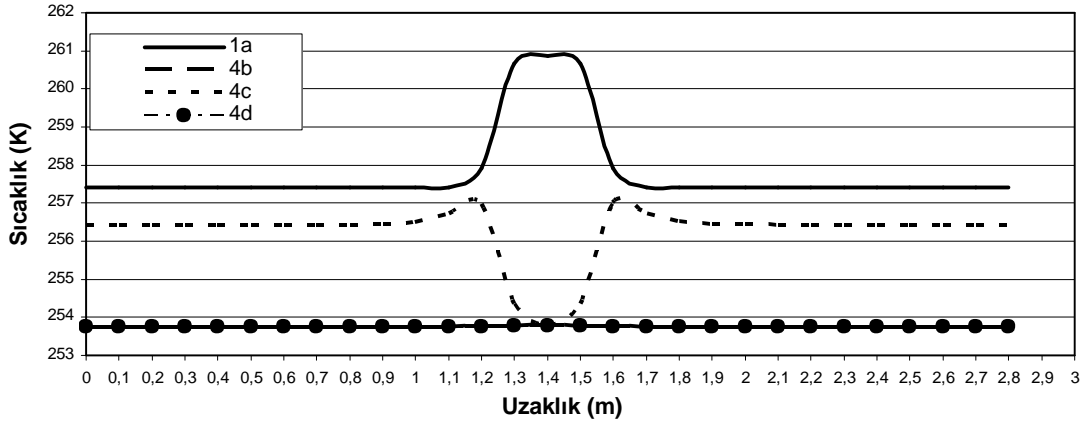
ekil 5.49'da dı tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Isı akısı, (4b) ve (4d)'de yüzey boyunca sabit olarak ortalama $17,6 \text{ W/m}^2$ de erindedir. Isı köprüsü bölgesinde ise çok küçük bir artı la (4b)'de $18,66 \text{ W/m}^2$, (4d)'de $18,2 \text{ W/m}^2$ de erlerine çıkmaktadır. (4d)'deki daha az artı a, üst kat tabanına yapılan yalıtımın kö e noktasından olan yanal ısı kayıplarını önlemesiyle ula ılmı tır. (4c)'de duvar boyunca $79,8 \text{ W/m}^2$ olan ısı akısı, kiri bölgesinde $18,6 \text{ W/m}^2$ de erine kadar dü mektedir. (4c)'de duvarlar yalıtımsız olmasına ra men, (1a)'daki dı duvar yüzeyindeki ısı akısı olan $102,76 \text{ W/m}^2$ de erinden çok daha dü üktür. Bunun nedeni, (4c)'deki yalıtımlı kiri kısmından duvarlara olan yanal ısı iletimidir.



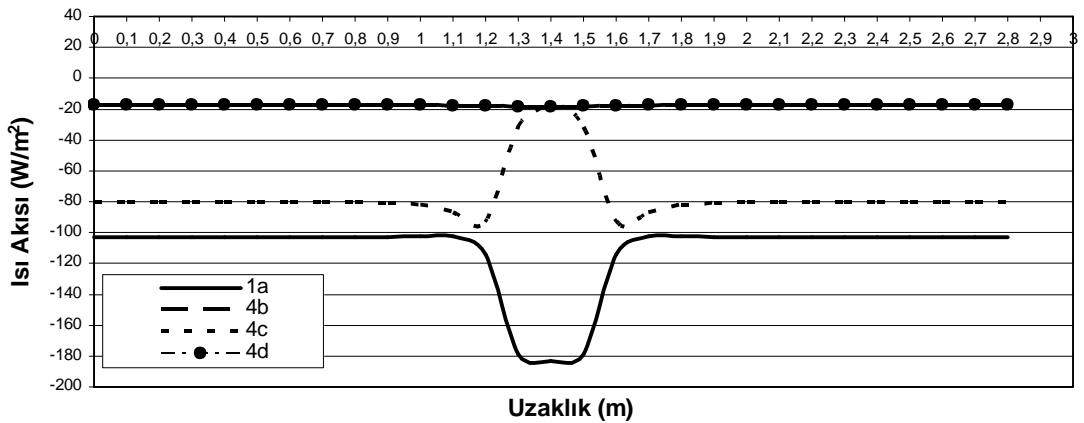
ekil 5.46 Dı tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



ekil 5.47 D1 tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



ekil 5.48 D1 tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de iimleri



ekil 5.49 D1 tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de iimleri

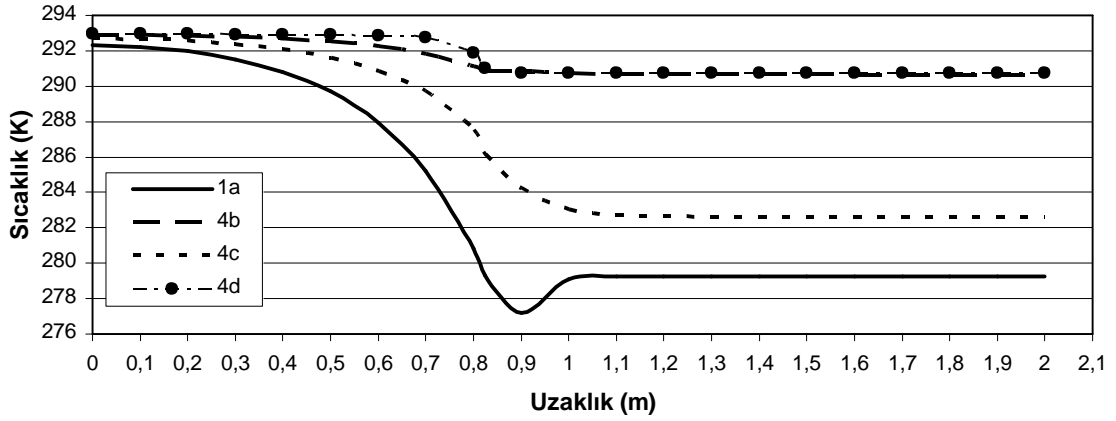
ekil 5.50'de dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişi duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. (4b)'de üst kat taban yüzeyinde sıcaklık 292,8 K iken üst kat duvar yüzeyinde sıcaklık 290,6 K civarındadır. Bu durum, duvardan dışarıya ısı iletimi olduğunu göstermektedir. (4d)'de üst katın tabanına yapılan yalıtım sonucu taban yüzey sıcaklığı 292,95 K'ye ulaşmaktadır. Duvar yüzey sıcaklığı ise 290,75 K'dir. Taban yüzeyinden iletilmeyen ısı, duvar yüzey sıcaklığını artırmaktadır. (4c) durumunda, taban yüzeyinde sıcaklık ortalama 292,4 K iken yalıtımsız duvar yüzeyinde sıcaklık 282,6 K'dir. Yalıtımsız (1a) durumunda üst kat duvar iç yüzey sıcaklığı 279 K'dir. Bu durum, yalıtımlı kiriş kısmından duvarlara olan yanıl ısı akımları sonucunda gerçekleşmektedir.

ekil 5.51'de dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişi duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. (4c)'de üst yüzey ısı akısı, taban yüzeyinden köşe noktasına doğru artmakta ve duvar yüzeyinde en yüksek değere ulaşmaktadır. (4b) ve (4d)'de ısı akıları aynı şekilde taban yüzeyinden köşe noktasına doğru artmakta fakat bu artış çok daha düşük olmaktadır. Yalıtım kesintisiz dıştan bir bütün olarak uygulandı için yapıya ısı depolama özelliği kazandırılmaktadır. Böylece yapı geç ısınıp, geç soğumakta ve konfor koşulları sağlanmaktadır.

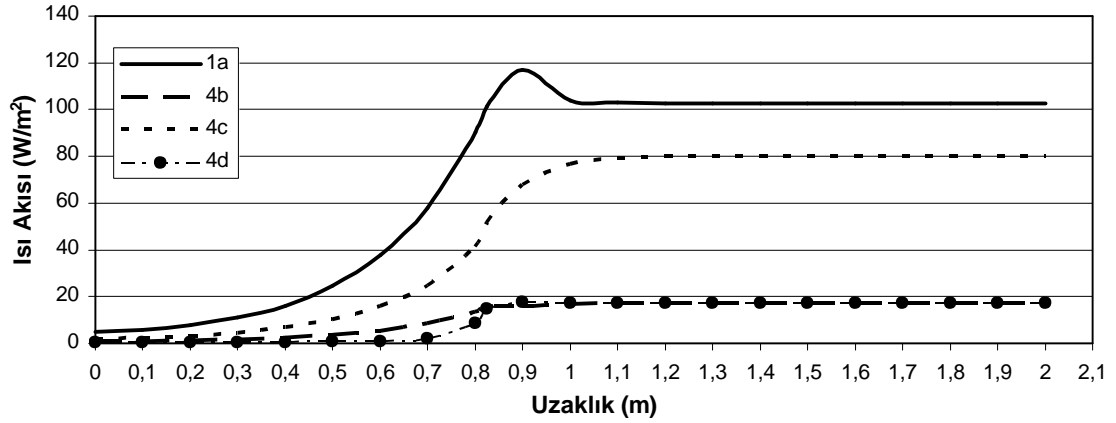
ekil 5.52'de dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişi duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. (4b) için alt kat yüzey sıcaklığı 292,8 K civarındadır, (4c) için ise bu değer 292,4 K olmaktadır, (4b)'de duvar yüzey sıcaklığı, duvar kısmı da yalıtımlı olduğundan (4c)'den fazla ve 282,6 K'dir. (4d)'de üst kat tabanına uygulanan yalıtım nedeniyle kiriş sıcaklığı düşmektedir. Bu durum alt kat tavan yüzeyinden iletilen ısıyı artırmaktadır. Bu nedenle alt kat tavan yüzey sıcaklığı, (4b) durumundan daha düşüktür. Fakat yalnızca kiriş önü yalıtımlı (4c) durumundan da daha fazla olmaktadır.

ekil 5.53'de dıştan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden oluşan ara kat kirişi duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda, ısı akısı alt katın tüm yüzeyi boyunca diğer durumlara göre en yüksek seviyededir. (4c) durumunda ısı akısı, köşe noktasına doğru artmakta ve yalıtımsız duvarda en yüksek değere ulaşmaktadır (80 W/m^2). (4b) durumunda ısı akısı yalıtımın süreklilik teşkil etmesinden dolayı (4c)'ye göre daha az artmaktadır. (4d)'de artış az olmasına rağmen (4c)'den biraz daha fazla olmaktadır. Isı akısının en yüksek artış gösterdiği köşe noktasındaki değer, 4 W/m^2 olmaktadır. Bunun nedeni üst

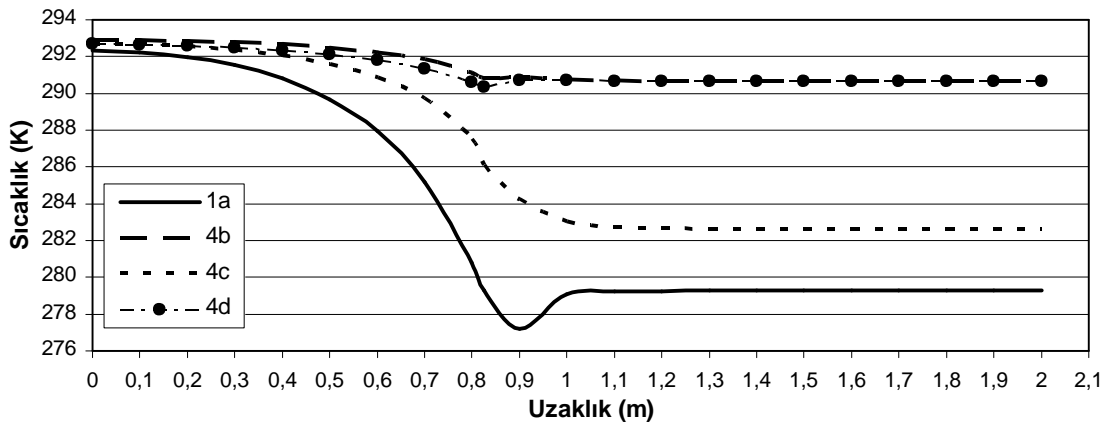
kat tabanına yapılan yalıtım sonucu, iç ortamla kiri kesiti arasında olu an sıcaklık farkıdır.



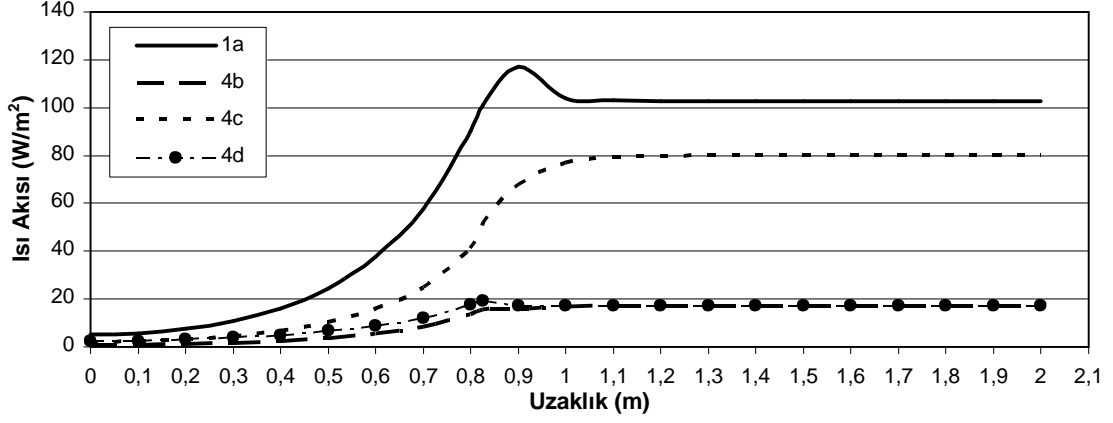
ekil 5.50 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri



ekil 5.51 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de i imleri



ekil 5.52 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri



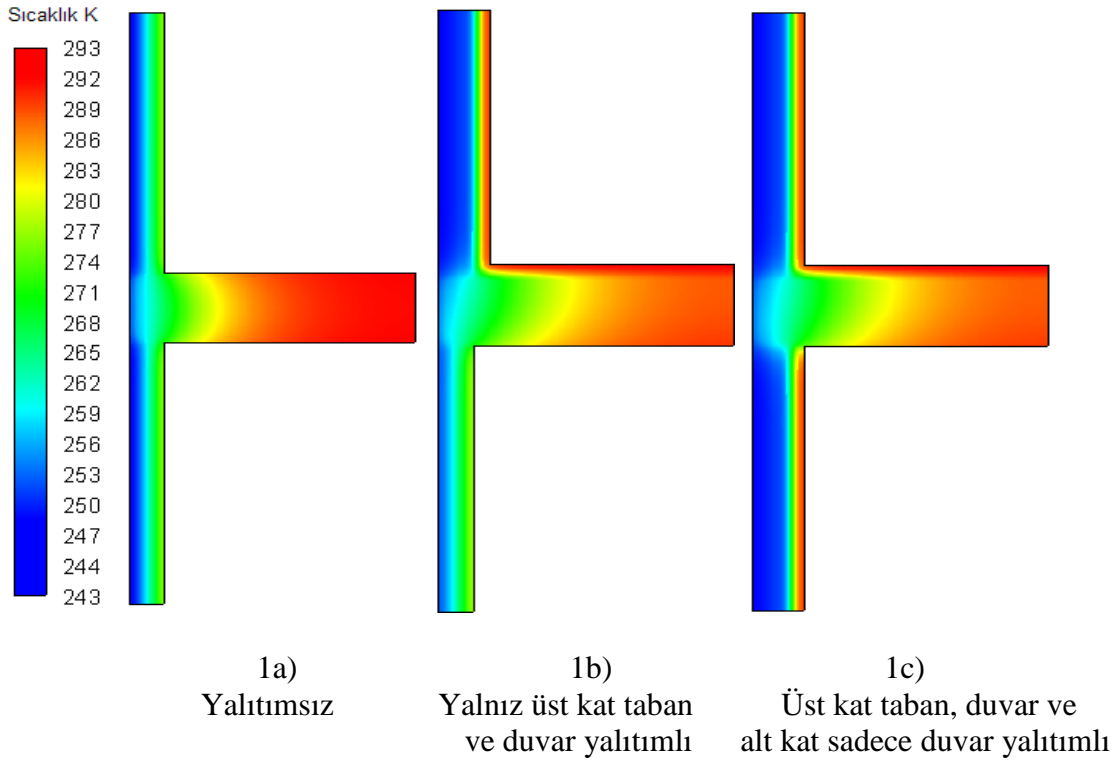
ekil 5.53 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri

5.4 Farklı D₁ Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

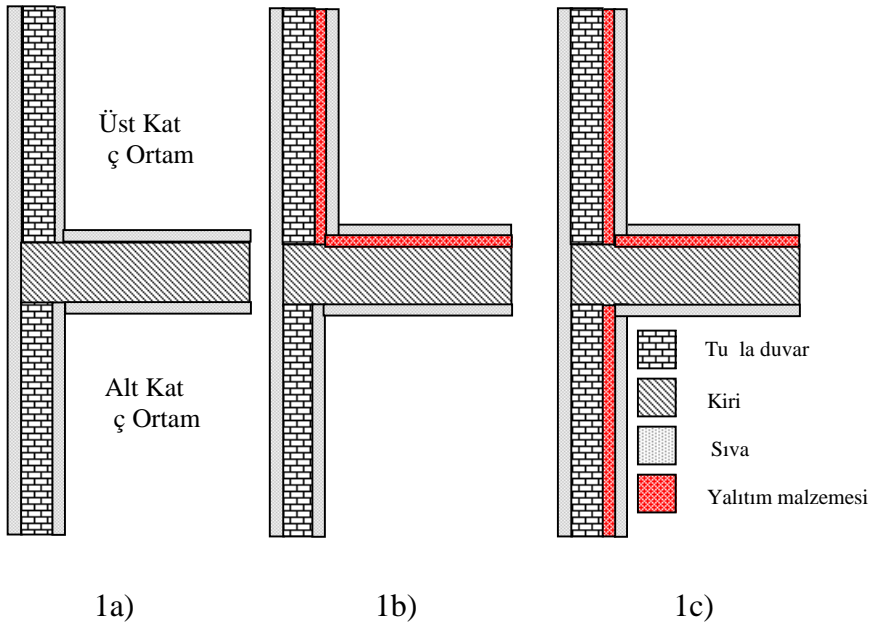
Yalıtımın içten, içten ve kiri önü, sandviç ve d₁ tan uygulanması durumunda yalıtımın yerleri de i tirilerek elde edilen farklı geometrilerden olu an ara kat kiri li duvar blokta d₁ ortam sıcaklı ı de i tirilerek, d₁ ortam sıcaklı ının ısı köprüsünün sıcaklık da ılımı üzerindeki etkisi incelenmi tir. Bütün modellerdeki yalıtım kalınlı ı 5 cm olarak seçilmi tir. D₁ yüzeyde, üst kat ve alt kat iç yüzeyinde sıcaklık ve ısı akısı de i imleri grafiksel olarak gösterilmi tir. Sınır ko ulları olarak d₁ ortam sıcaklı ı -30 °C, 0 °C , 30 °C ve ısı ta nım katsayısı 25 W/m²K, iç ortam sıcaklı ı ve ısı ta nım katsayısı sırasıyla 20 °C, 8 W/m²K olarak seçilmi tir.

5.4.1 çten Yalıtımlı Farklı D₁ Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

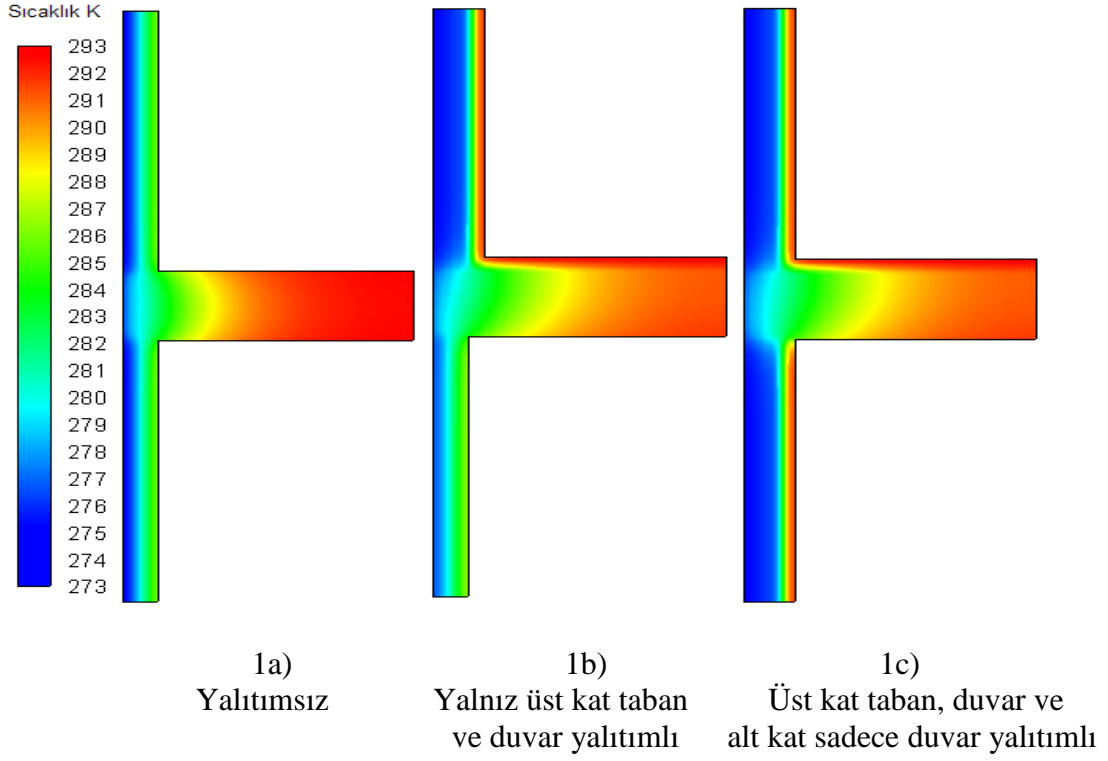
ekil 5.54'de -30 °C, ekil 5.56'da 0 °C ve ekil 5.57'de 30 °C d₁ ortam sıcaklıklarında içten 5 cm yalıtım kalınlı ında, yalıtımın farklı ekillerde uygulanması durumunda olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.55'de ise modellerin yapı düzenleri gösterilmektedir. D₁ ortam sıcaklı ı arttıkça, iç ortamdan iletilen ısı miktarı azalmaktadır. Bu durum, kiri sıcaklı ının artmasını sa lamaktadır. Bu nedenle 0 °C'deki sıcaklık da ılımında, -30 °C'deki sıcaklık da ılımına göre kiri bölgesindeki ye il kısmın alanı azalmakta yani kiri ısınmaktadır. 30 °C d₁ ortam sıcaklı ında ise yapının en çok ısı kazanan bölümü, ısı kaybeden bölümünde oldu u gibi ısı köprüsü olan kiri kısmından olmaktadır. Bu nedenle bu kısımdan içeriye do ru sıcaklık da ılımı bozulmakta, iç ortama ısı geçi i olmaktadır.



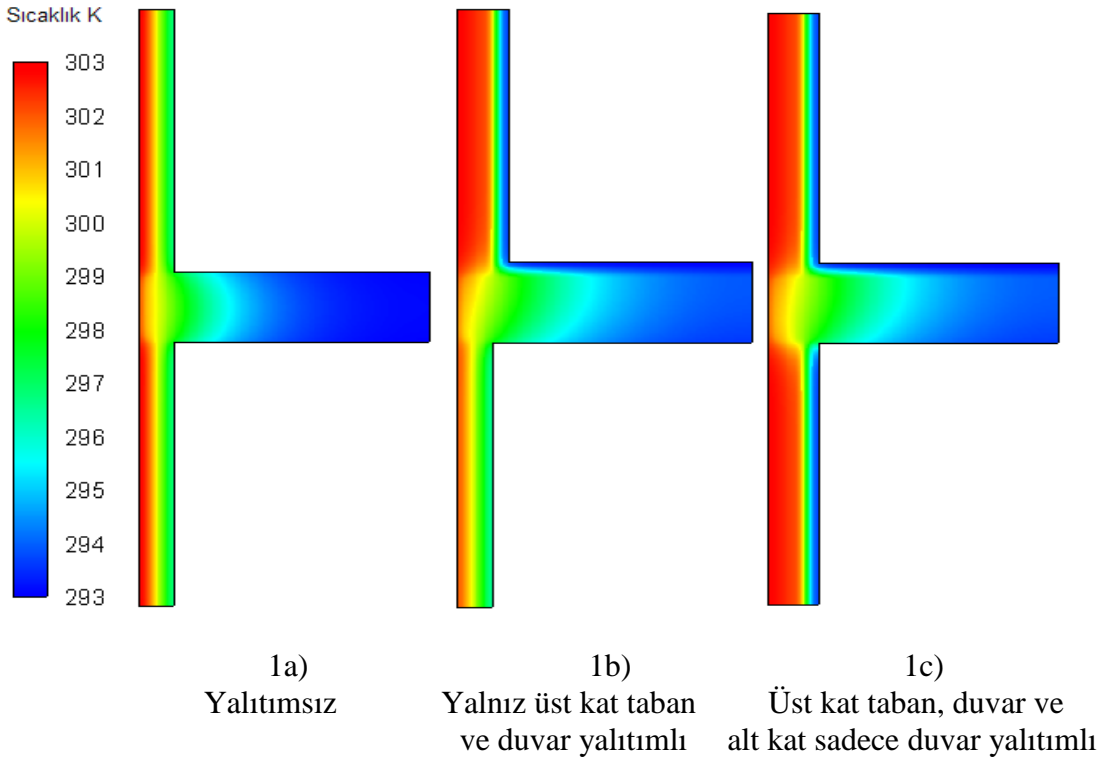
ekil 5.54 -30 °C dı sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



ekil 5.55 ten 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



ekil 5.56 0 °C dı sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları

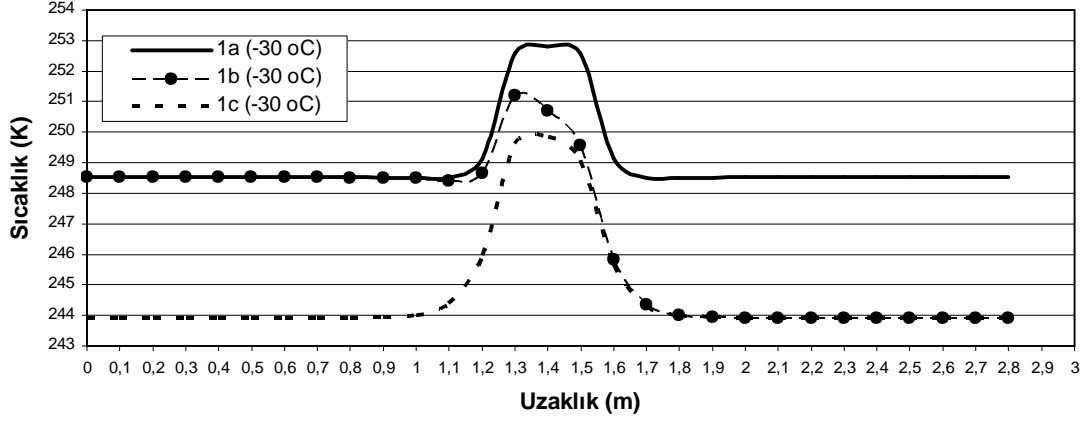


ekil 5.57 30 °C dı sıcaklık için içten 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları

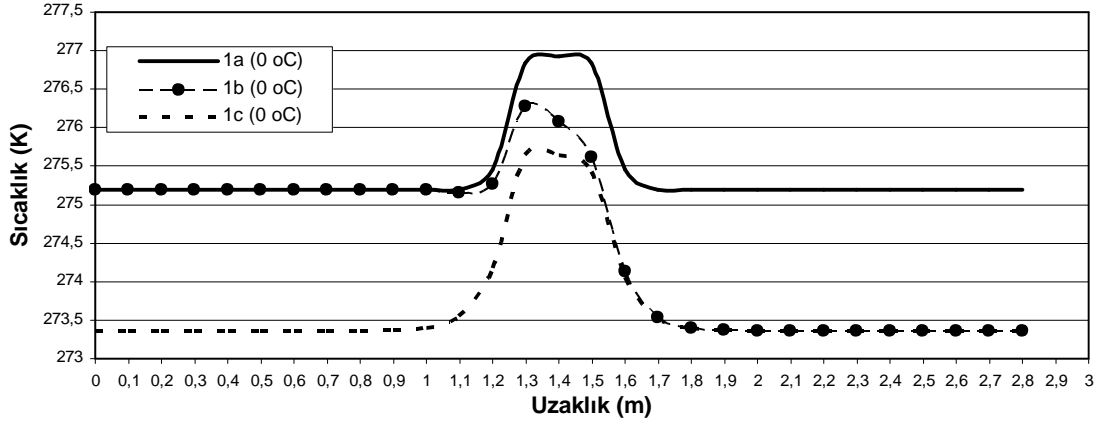
ekil 5.58'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) ve üst kat taban, duvar ve alt katın sadece duvarının yalıtımlı oldu u (1c) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta (ısı köprüsü modeli) dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında yalıtımsız (1a) durumunda duvar yüzeyinde sıcaklık $248,52\text{ K}$ iken, kiri kısmına yakla ıldıkça, iç kısımdan olan ısı akımından dolayı sıcaklık $252,82\text{ K}$ de erine kadar çıkmaktadır. Kiri kısmından uzakla ıldıkça sıcaklık dü erek, duvar yüzeyinde yeniden $248,52\text{ K}$ de erini almaktadır. Aynı dı ortam sıcaklı ında (1b) durumunda, yalıtımsız duvar yüzeyinde sıcaklık $248,52\text{ K}$ 'dir. Üst katın taban ve duvar yüzeyindeki yalıtımdan dolayı iç ortamdan olan ısı akımının azalmasıyla kiri kısmında sıcaklık $250,7\text{ K}$ olmaktadır. Duvar yüzeyinde ise $243,91\text{ K}$ 'e dü mektedir. Üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) durumunda ise, alt kat iç duvar yüzeyi yalıtımlı oldu undan dı duvar yüzeyinde sıcaklık $243,91\text{ K}$ de erine dü mektedir. (1c) durumunda üst katın taban ve duvar yüzeyi de yalıtımlıdır. Isı köprüsüne ısı geçi i, yalnızca alt katın tavan yüzeyinden olmaktadır. Bu nedenle kiri kısmındaki sıcaklık $249,86\text{ K}$ de erine dü mektedir. Yalıtımlı olan üst kısma do ru sıcaklık dü erek duvar kısmında $243,91\text{ K}$ de erine ulaşmaktadır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında (1a) durumunda duvar yüzeyinde sıcaklık $275,2\text{ K}$ 'dir. Sıcaklık dı ortam sıcaklı ının da artmasıyla artmaktadır. Kiri kısmında $276,93\text{ K}$ de erine kadar çıkmaktadır. Üst kat duvar yüzeyinde tekrar $275,2\text{ K}$ de erindedir. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında (1b) durumunda kiri kısmında $276,08\text{ K}$ de erine dü en sıcaklık, üst kat duvar yüzeyinde $273,36\text{ K}$ 'dir. Yalıtımsız kısım olan alt kat duvar yüzeyinde sıcaklık, yaklaşık 2 K daha fazladır. Bu fark, üst kat duvar yüzeyinin yalıtımlı olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı dı ortam sıcaklı ında (1c) durumunda, alt ve üst kat duvar yüzeylerinde sıcaklık $273,36\text{ K}$ iken kiri kısmında sıcaklık $275,64\text{ K}$ de erine dü mektedir. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında ısı iletim mekanizması ters yönlü çalı maktadır. Isı iletimi, sıcaklık farkının dı ortamdan iç ortama do ru azalması nedeniyle iç ortama do ru olmaktadır. (1a) durumunda dı duvar yüzey sıcaklı ı $301,89\text{ K}$ 'dir. Kiri kısmında ise $301,03\text{ K}$ de erine kadar dü mektedir. Bu durum da göstermektedir ki; kiri kısmından iç ortama, duvar yüzeyine göre daha fazla ısı iletimi olmaktadır. (1b) durumunda yalıtımsız olan alt kat duvar yüzeyinde sıcaklık $301,89\text{ K}$ iken, yalıtımlı olan üst kat duvar yüzeyinde sıcaklık $302,81\text{ K}$ 'dir. Bundan dolayı yalıtımlı olan üst kısımdan iç ortama ısı kazancı daha az olmaktadır.

Kiri kısmında sıcaklık yine düşük ve 301,45 K'dir. (1c) durumunda içten yalıtımlı dış duvar yüzey sıcaklıkları 302,81 K iken kiri kısmında sıcaklık 301,62 K'dir.

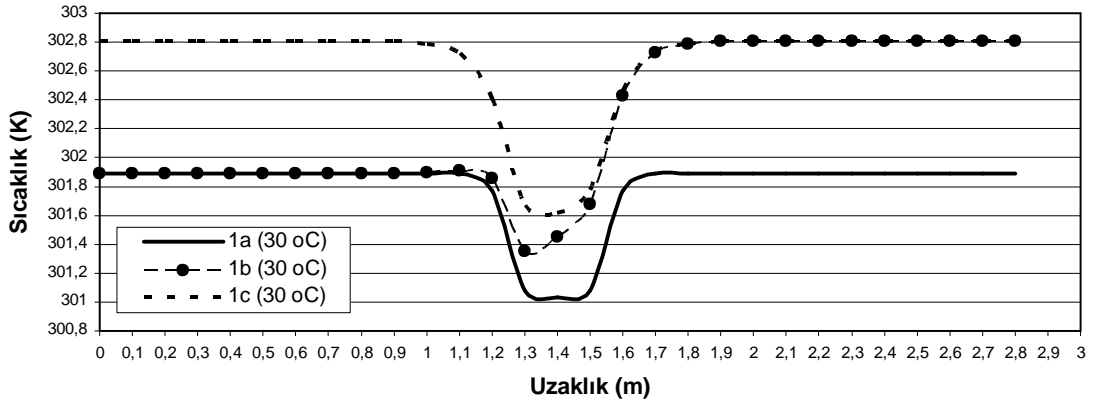
Şekil 5.59'da a) -30 °C, b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı olduğu (1b) ve üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı olduğu (1c) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. -30 °C dış ortam sıcaklığında yalıtımsız (1a) durumunda iç ortamdan olan yüksek ısı akısının etkisiyle dış duvar yüzeyinde ısı akısı 128,45 W/m²'dir. Kiri kısmında en yüksek değeri olan 228,64 W/m² değerine çıkmaktadır. Yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı olduğu (1b) durumunda, üst kattan olan ısı akısının azalmasıyla kiri kısmında ısı akısı, 179,34 W/m² değerine düşmektedir. Yalıtımlı duvar kısmında ise dış yüzey ısı akısı 21,17 W/m²'dir. Üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı olduğu (1c) durumunda, kiri kısmındaki ısı akısı, yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı olduğu (1b) durumuna göre azalarak 159,78 W/m² değerine düşmektedir. 0 °C dış ortam sıcaklığında yalıtımsız (1a) durumunda dış yüzey ısı akısı, iç ortam ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkının 30 °C azalması ile 51,38 W/m² değerine düşmektedir. Kiri kısmında ise 91,45 W/m² değerine düşmektedir. (1b) durumunda düşük sıcaklık farkında yalıtımın etkisi daha açık bir şekilde görülmektedir. Isı köprüsü etkisinin görüldüğü kiri kısmında dış yüzey ısı akısı 71,73 W/m² değerine düşmektedir. Yalıtımlı kısımda ısı akısı 8,47 W/m² değerindedir. (1c) durumunda yalıtımlı duvar kısmında ısı akısı 8,47 W/m² iken, kiri kısmında 63,91 W/m² değerine düşmektedir. 30 °C dış ortam sıcaklığında dış yüzey ısı akısının azalması sonucu iç yüzey sıcaklığı artmaktadır. Özellikle yaz mevsiminin yoğun olarak yaşandığı bölgelerde iç ortam sıcaklığı belli bir değerde tutulmak istenir. Eğer bu bölgelerde de ısı köprülerine herhangi bir önlem alınmazsa iç ortam sıcaklığının artması kaçınılmazdır. 30 °C dış ortam sıcaklığında (1a) durumunda dış duvar yüzeyinde ısı akısı, 25,69 W/m²'dir. Isı köprüsü bölgesinde ısı akısı artmaktadır. Bu kısımda iç ortama olan ısı geçişi artarak (45,72 W/m²) dış yüzey sıcaklığı düşmektedir. (1b) durumunda üst kata uygulanan yalıtım ile kiri kısmında dış ortamdan olan ısı akısı 35,86 W/m² değerine düşmektedir. Bu durumda dış yüzey sıcaklığı (1a) durumuna göre daha yüksek olmaktadır. (1c) durumunda yalıtımlı duvar yüzeylerinde ısı akısı 4,23 W/m²'dir. Kiri kısmında ise ısı akısı 31,95 W/m² değerine düşmektedir. Bu durumda iç ortama olan ısı akısı değeri azalmakta ve bunun sonucunda dış yüzey sıcaklığı yüksek kalmaktadır.



a)

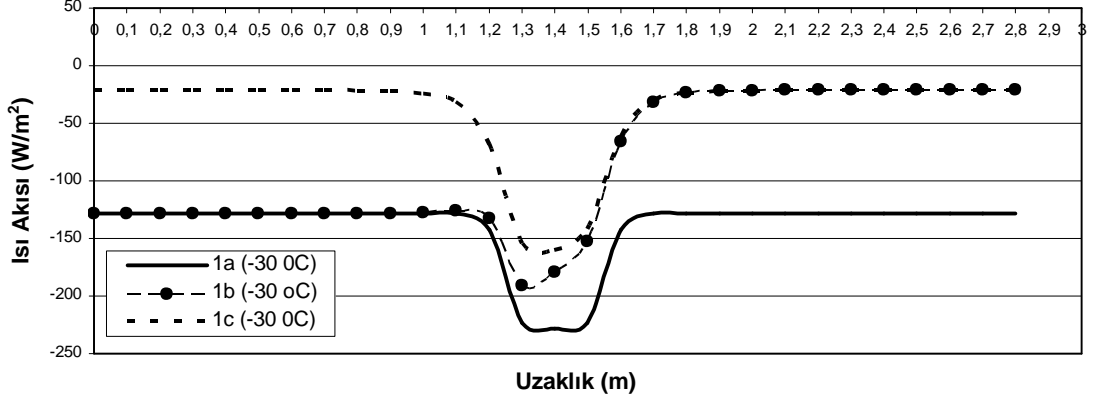


b)

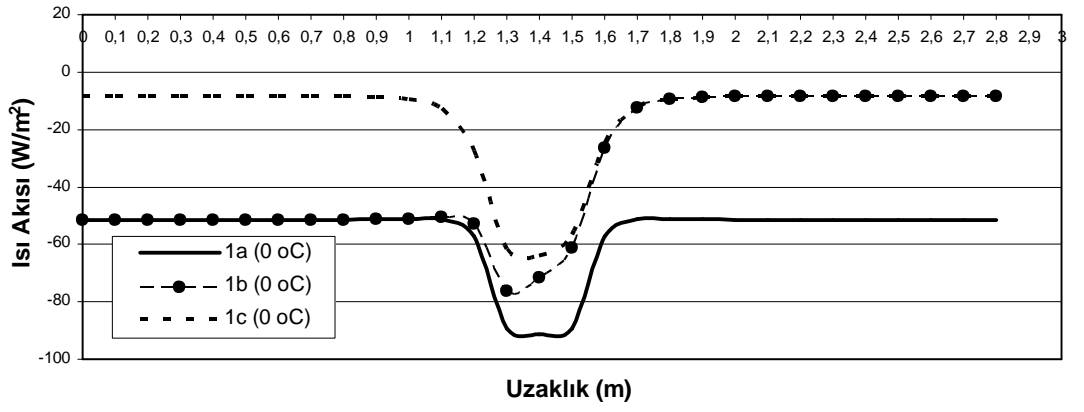


c)

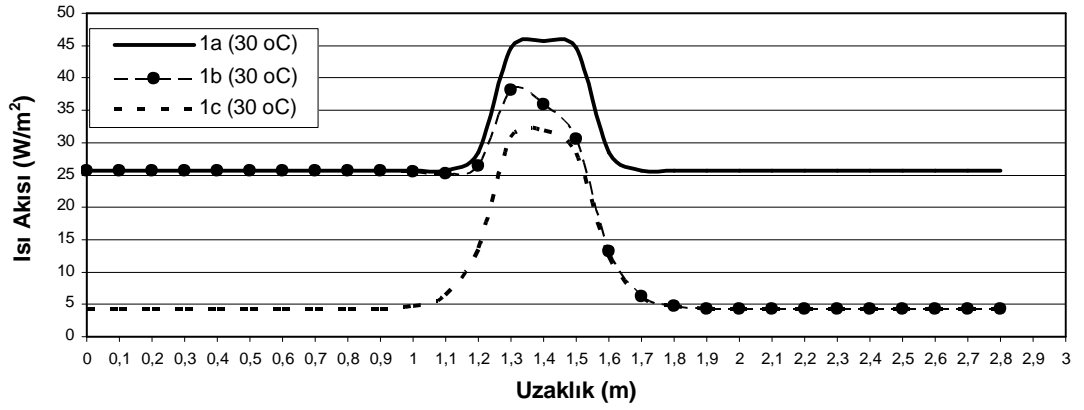
ekil 5.58 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için dı yüzey sıcaklık de iimleri



a)



b)



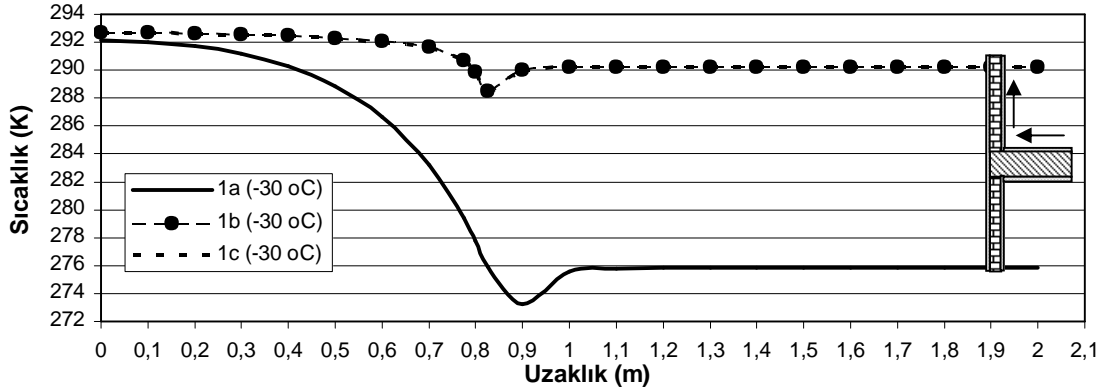
c)

ekil 5.59 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için dı yüzey ısı akısı de i imleri

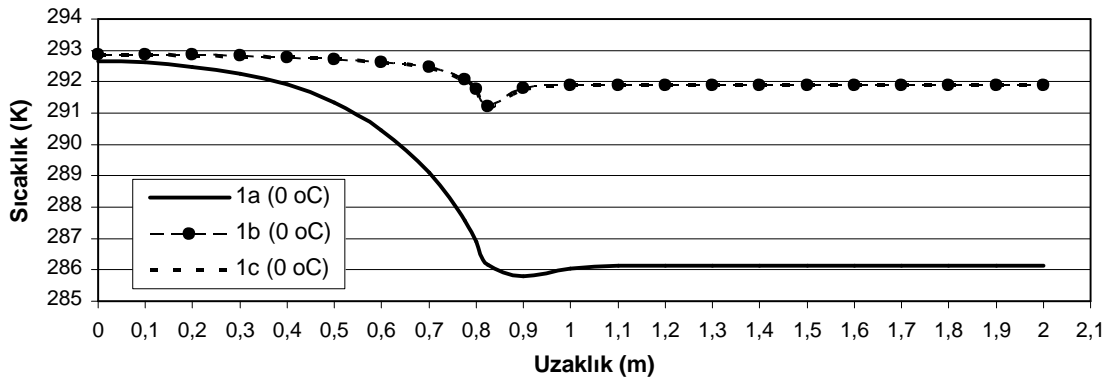
ekil 5.60'da a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) ve üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir.

ekil 5.61'de a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında (1a), (1b) ve (1c) için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Alt kat yüzeyi için ölçüm alınan noktalar, grafikte yalıtımsız model yapısı üzerinde gösterilmektedir. -30°C 'de (1a) durumunda üst kat yüzeyde sıcaklık, 292 K de erinden ba layarak dü mekte ve kö e noktası civarında $273,26\text{ K}$ de erinde olmaktadır. Üst kat duvar yüzeyinde ise sıcaklık, $275,84\text{ K}$ 'dir. Yalıtımsız (1a) durumunda alt kat ortam sıcaklı ı, üst kat ortam sıcaklı ı ile aynı de erde oldu undan (293 K) kiri te simetrik bir ekilde sıcaklık da ılımı olmaktadır. Bu nedenle (1a) durumunda, her dı ortam sıcaklık artı için (-30°C , 0°C , 30°C) alt kat yüzey sıcaklı ı, üst kat yüzey sıcaklı ı ile aynı de eri almaktadır. -30°C 'de (1b) durumunda üst kat yüzeyde sıcaklık, üst katın yalıtımlı olmasından dolayı (1a) durumuna göre daha yüksek de erdedir. Taban yüzeyinde sıcaklık 292 K civarında iken yalnızca kö e noktası etrafında 290 K de erine dü mektedir. Duvar yüzeyinde de ortalama aynı sıcaklıkta devam etmektedir. Alt kattaki yalıtımsız durumdan dolayı dı ortama duvar ve ısı köprüsü aracılı ıyla ısı iletimi olmaktadır. Bu nedenle alt kat tavan yüzeyinde sıcaklık 290 K 'den ba layarak azalmaktadır. Alt kat duvar yüzeyinde ise sıcaklık, 276 K civarındadır. Üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) durumunda ise üst kat yüzeyinde sıcaklık, yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) durumundan farklı de ildir. Her iki durumda da üst kat aynı ekilde yalıtımlı olduklarından (taban ve duvar yüzeyi) aynı sıcaklık de erlerine ula ılmaktadır. Alt kat yüzey sıcaklı ında ise, alt katın duvar yüzeyine yapılan yalıtım nedeniyle alt kat duvarından kiri e olan ısı iletimi azalmaktadır. Böylece kiri kesiti so uk kalmaktadır. Bu durumda yalıtımsız alt kat tavan yüzeyinden kiri e olan ısı iletimi artmakta ve yüzey sıcaklı ı (1b) durumuna göre dü ük kalmaktadır. Duvar yüzeyinde ise sıcaklık, yalıtım nedeniyle 290 K de erine çıkmaktadır. 0°C dı ortam sıcaklı ında, (1a) durumunda üst kat yüzeyinde sıcaklık dü ü ü azalmaktadır. Üst kat yüzey sıcaklı ı 291 K civarındadır. Duvar yüzeyinde ise sıcaklık -30°C dı ortam sıcaklı ındaki de ere göre artmakta ve 286 K de erine çıkmaktadır. (1b) durumunda, üst kat taban yüzey sıcaklı ı $292,8\text{ K}$, duvar yüzey sıcaklı ı ise yakla ık 292 K civarındadır. Alt kat tavan yüzeyinde sıcaklık 290 K 'dir. Duvar yüzeyinde ise 286 K 'dir. (1c) durumunda üst kat sıcaklı ı, (1b) durumunda elde edilen sıcaklık de eri ile aynı de eri almaktadır. Alt kata yapılan yalıtım yalnızca alt kat sıcaklık da ılımını etkilemektedir. Alt kat yüzey sıcaklı ı, dı ortam sıcaklı ının azalmasıyla artmaktadır. Duvar yüzey sıcaklı ı, üst kat duvar yüzey sıcaklı ı ile aynı ve $291,88\text{ K}$ 'dir. 30°C dı ortam sıcaklı ında (1a) durumunda üst kat

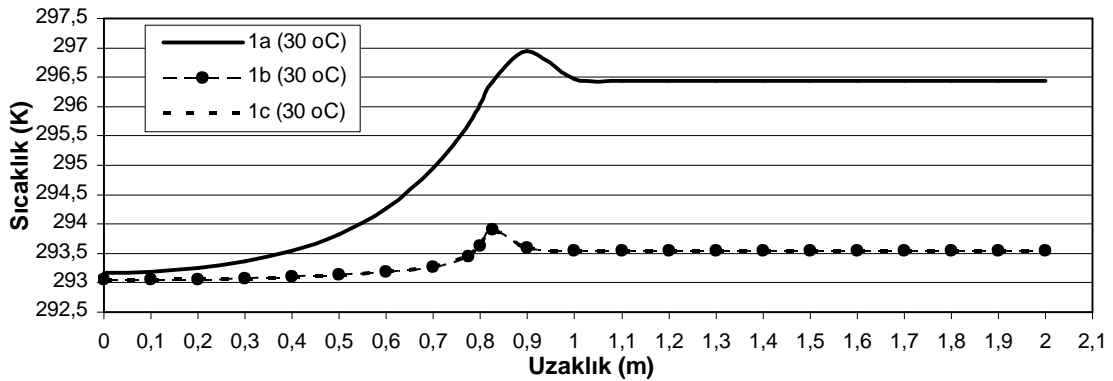
yüze y sıcaklı ı yakla ık 294 K'e çıkmaktadır. Duvar yüze y sıcaklı ı ise 296,4 K'dir. (1b) durumunda üst kat yüze y sıcaklı ı, 293 K'dir. Üst kata yapılan yalıtım sıcaklı ın dü ük de erde kalmasını sa lamaktadır. Duvar sıcaklı ı ise, 293,55 K'dir. Alt kat yüze y sıcaklı ı (tavan yüze y sıcaklı ı) biraz daha yüksek de erlere ula maktadır (294,2 K). Alt kat duvar sıcaklı ı, 296,43 K'dir. (1c) durumunda üst kat yüze y sıcaklı ı, 293 K, alt kat yüze y sıcaklı ı 294 K civarındadır. Kö e noktasına do ru ısı kazanımı arttı ndan yüze y sıcaklı ı artmaktadır. Sıcaklık, duvar yüze yinde 293,55 K'dir.



a)

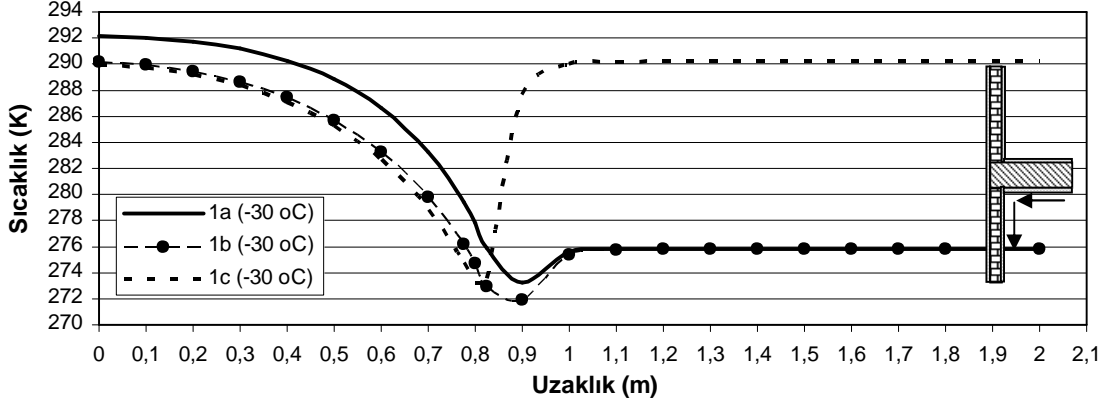


b)

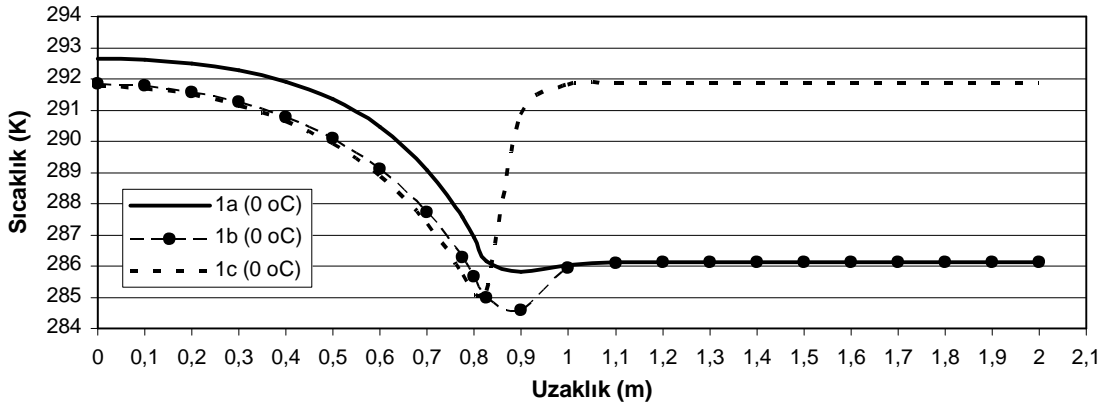


c)

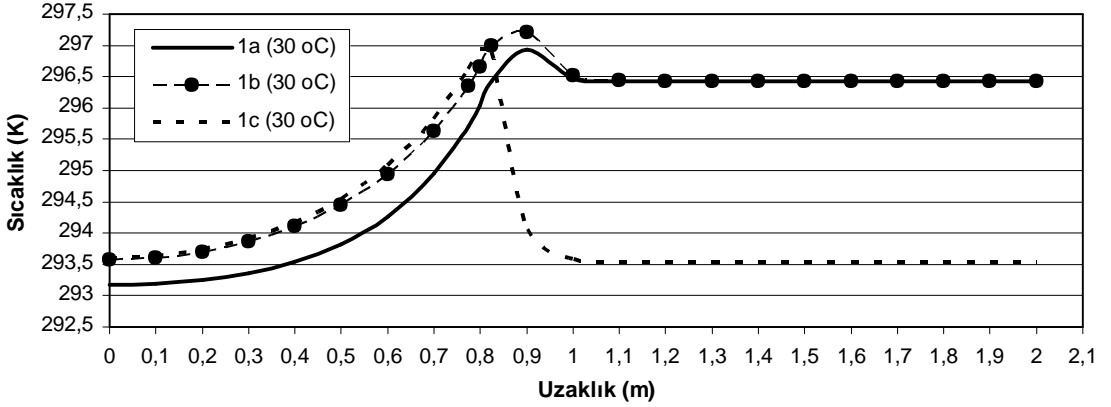
ekil 5.60 a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için üst kat yüze y sıcaklık de iimleri



a)



b)



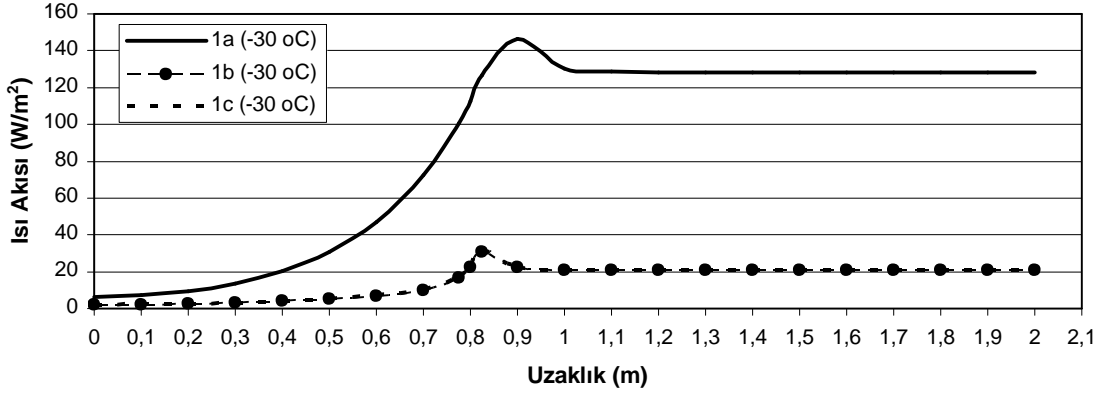
c)

ekil 5.61 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için alt kat yüzey sıcaklık de iimleri

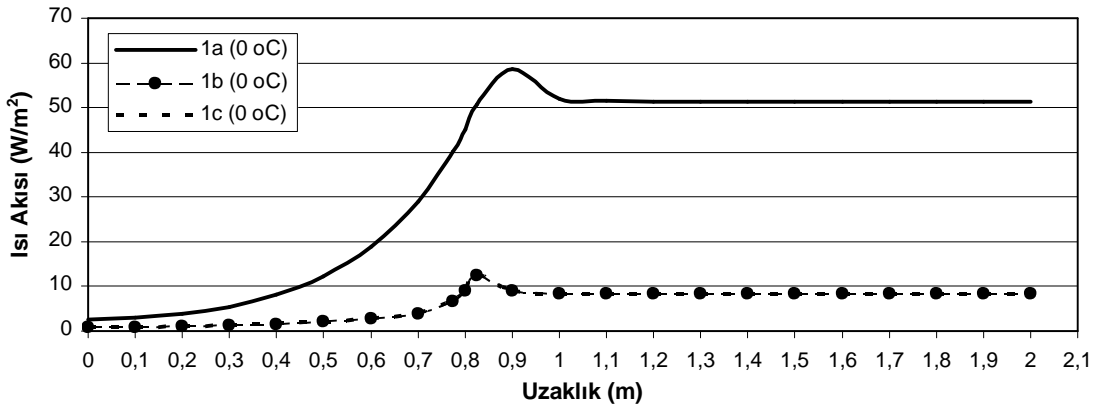
ekil 5.62'de a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) ve üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. ekil

5.63'de a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) ve üst kat taban, duvar ve alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. -30°C dı ortam sıcaklı ında yalıtımsız (1a) durumunda üst kat yüzeyinde ısı akısı, dı ortama do ru artmakta, duvar yüzeyinde sabit bir de ere ula maktadır ($128,41 \text{ W/m}^2$). (1a) durumunda üç dı ortam sıcaklık artı durumunda da alt kat yüzey ısı akısı de iimi üst kat ile aynıdır. Yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) durumunda da üst kat yüzey ısı akısı, dı ortama do ru artmaktadır. Yalnız bu ısı akısı de erleri, yalıtımdan dolayı yalıtımsız (1a) durumuna göre küçük de erlerdedir. Isı akısı, kö e noktasında en yüksek de eri olan 31 W/m^2 de erine çıkmaktadır. Duvar yüzeyinde ise $20,8 \text{ W/m}^2$ 'dir. Alt kat yüzey ısı akısı de eri ise, üst kat yüzeyine göre çok yüksek de erdedir. Bu durum alt kat yüzey sıcaklı mının daha dü ük olmasına neden olmaktadır. (1c) durumunda üst kat ısı akısı de erleri, (1b) durumundaki de erlere yakın oldu u gözlemlenmektedir. Farklılık, alt kat duvar yüzeyine yapılan yalıtımdan dolayı, kiri sıcaklı mının dü ük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum yalıtımlı üst kat yüzeyinden olan ısı akısını çok az da olsa artırmaktadır. Yalıtımsız alt kat yüzeyinden olan ısı akısı daha yüksektir. 0°C dı ortam sıcaklı ında (1a) durumunda üst kat yüzeyinden olan ısı akısı, -30°C durumuna göre azalmaktadır. Yalnız üst kat taban ve duvarının yalıtımlı oldu u (1b) durumunda, üst kat duvar yüzey ısı akısının azalmasıyla üst kat yüzey sıcaklı ı artmaktadır. Alt kat yüzey ısı akısı ise, dı ortam sıcaklı mının artmasıyla azalmaktadır. Üst kat taban ve duvar, alt katın yalnızca duvarının yalıtımlı oldu u (1c) durumunda, üst kat yüzey ısı akısı yalıtım önlemine ek olarak dı ortam sıcaklı mının da artmasıyla oldukça azalmaktadır. Fakat bu durumda azalan kiri sıcaklı ma paralel olarak alt kat yüzeyinden olan ısı akısı artmaktadır. 30°C dı ortam sıcaklı ında (1a) durumunda üst kat yüzeyinden olan ısı akısı, yüzey boyunca ilerledikçe artmaya ba lamaktadır. Isı akısı yüzeyden de il, yüzeye do ru olmaktadır. (1b) durumunda üst kat yüzey ısı akısı, yalıtımdan dolayı daha sınırlı bir ekilde artmaktadır. Alt kat yüzeyindeki ısı akısı da artmaktadır. Yalnız kö e noktası civarındaki artı dikkate de er seviyededir. Kö e noktası, ısı kaybetme ve kazanma yüzey alanı olarak etkin ısı köprüsüdür. Burada iç ortamda bir nokta eklinde olan ısı köprüsü dı ortamda daha büyük bir ısı kazanma alanı ile yüzeyin ısı akısı bakımından ısı kazanılan en büyük noktasını olu turmaktadır. (1c) durumunda da üst kat yüzey ısı akısı artmaktadır. Alt kat duvar yüzeyine yapılan yalıtım sonucu, sıcaklı ı artan kiri kesitinden üst kat iç ortamına (1b) durumuna göre

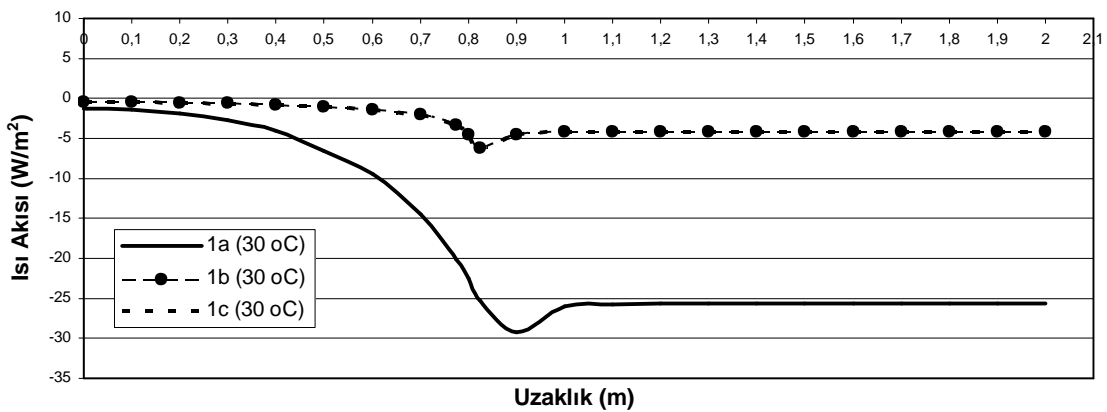
çok az bir miktar daha fazla ısı iletimi olmaktadır. (1b) durumunda kö e noktası civarında üst kat yüzey ısı akısı $4,49 \text{ W/m}^2$ iken (1c) durumunda $4,52 \text{ W/m}^2$ olmaktadır. (1c) durumunda alt kat yüzey ısı akısı, alt kat duvarına yapılan yalıtım sonucu kiri sıcaklığı artmasından dolayı biraz daha yüksek seyretmektedir. Bu durumda alt kat yüzey sıcaklığı, (1c) durumunda daha yüksek olmaktadır.



a)

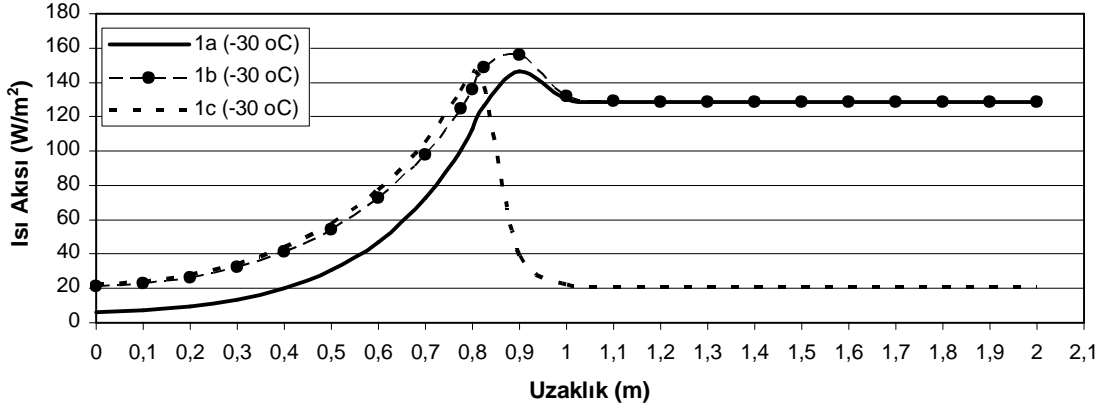


b)

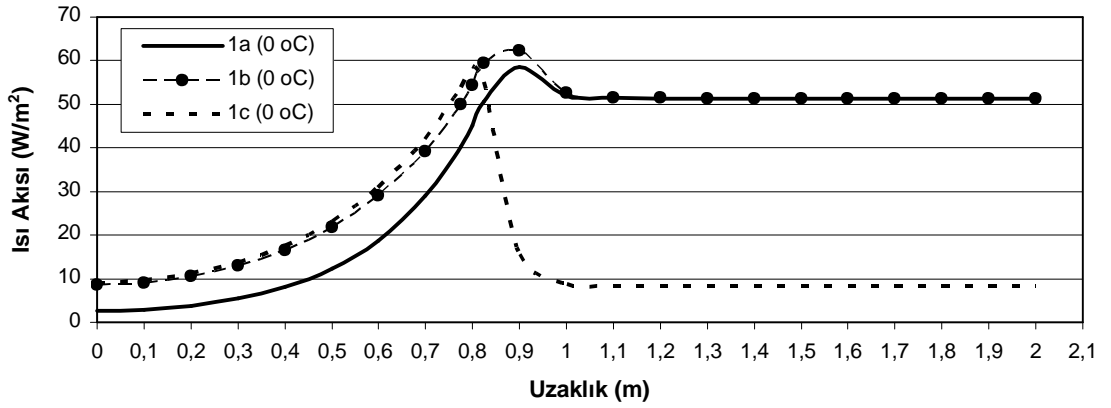


c)

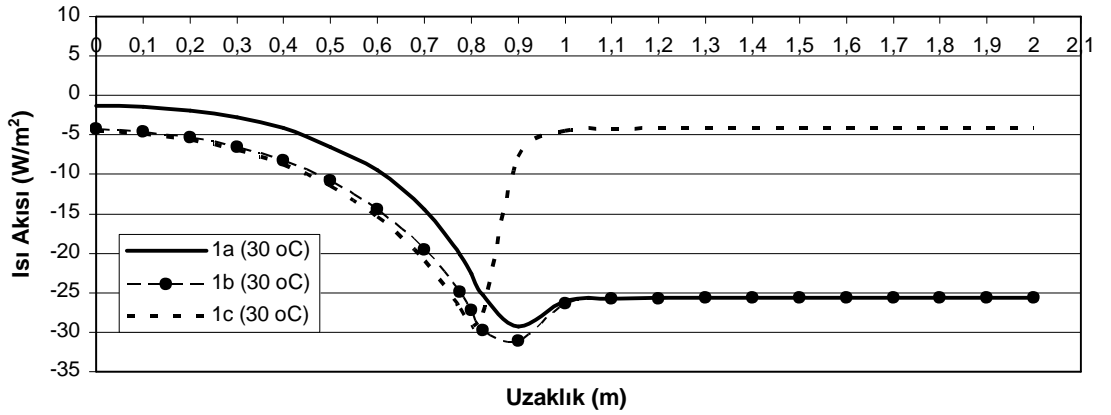
ekil 5.62 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için üst kat yüzey ısı akısı de iimleri



a)



b)



c)

ekil 5.63 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 1b ve 1c için alt kat yüzey ısı akısı de iimleri

5.4.2 çten ve Kiri Önü Yalıtımlı Farklı Dı Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılıminin ncelenmesi

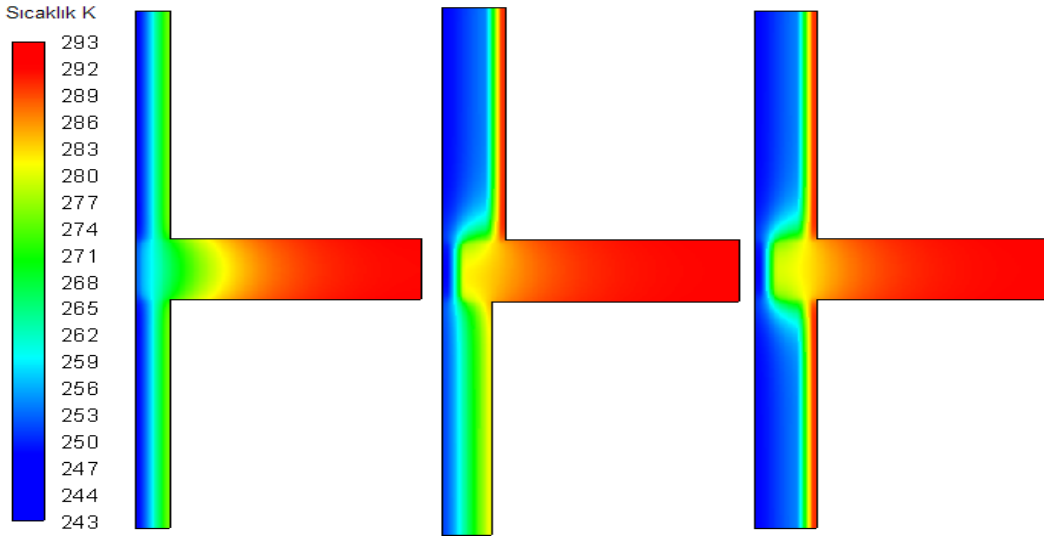
ekil 5.64'de -30°C , ekil 5.66'da 0°C ve ekil 5.67'de 30°C dı ortam sıcaklıklarında içten ve kiri önüne 5 cm yalıtım uygulanması durumunda olu an sıcaklık da ılımları

gösterilmektedir. ekil 5.65'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı gösterilmektedir. Duvara içten uygulanan yalıtım, duvar sıcaklı ını artırırken, kiri önüne uygulanan yalıtım kiri sıcaklı ını artırarak sıcaklık da ılımında kırmızı renk almasını sa lamı tır. Duvara içten yapılan yalıtım, iç ortamdan olan ısı iletimini azalttı ndan duvarın so uk dı ortamda kalan kısmı, sıcaklık da ılımında mavi renk almaktadır. Dı ortam sıcaklı ı artırıldı ında, sıcak ortamda olan duvar kesiti kırmızı renk alırken, yalıtımdan dolayı kiri e olan ısı iletimi azaldı ndan kiri sıcaklık da ılımında mavi renkle sembolize edilmektedir.

ekil 5.68'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında yalıtımsız (1a) durumunda dı duvar yüzey sıcaklı ı $248,52\text{ K}$ iken kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) durumunda $247,3\text{ K}$ olmaktadır. Kiri önüne yapılan yalıtım, dı yüzeyde kiri ten duvarlara olan yanıl ısı akımlarını azalttı ndan (2c)'deki yalıtımsız duvar dı yüzey sıcaklı ı, aynı durumda olan (1a)'daki yalıtımsız duvar dı yüzey sıcaklı ından daha dü ük oldu u gözlemlenmi tir. (2d) durumunda alt ve üst kat duvarları içten yalıtımlı olduklarından dı yüzey sıcaklıkları $243,89\text{ K}$ de erine kadar dü mektedir. Kiri önündeki dı yüzey sıcaklıkları (2c) ve (2d) durumlarında yakla ık 244 K 'e dü mektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda bu kısımdaki sıcaklık 253 K civarında olmaktadır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında (2c) durumunda, dı duvar yüzey sıcaklı ı yalıtımlı kısımda $273,35\text{ K}$ iken yalıtımsız alt kısımda $274,72\text{ K}$ 'dir. Yalıtımsız (1a) durumunda ise $275,2\text{ K}$ idi. Kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) durumunda dı duvar yüzeyi boyunca sıcaklık $273,35\text{ K}$ 'dir. Kiri kısmının dı yüzey sıcaklı ı, dı ortam sıcaklı ının artmasına ra men yalıtım nedeniyle yine de dı duvar yüzeylerinden dü ük kalmaktadır. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında (2c) durumunda dı yüzey sıcaklı ı, yalıtımsız kısımda $302,13\text{ K}$ 'dir. (2d) durumunda dı yüzey sıcaklı ı ise $302,82\text{ K}$ 'dir. Yalıtımdan dolayı, iç ortama olan ısı iletimi azaldı ndan dı duvar yüzey sıcaklı ı daha yüksek de erde olmaktadır. Dı ortam sıcaklı ının artmasıyla, (2d) durumunda kiri dı yüzey sıcaklı ı, yalıtımlı duvar dı yüzey sıcaklı ına yakla maktadır. Böylece dı yüzeyde daha homojen bir sıcaklık da ılımı elde edilmektedir. (2c) durumunda ise dı duvar yüzeyiyle, kiri in dı kısmının yüzey sıcaklı ı arasında çok az da olsa fark vardır.

ekil 5.69'da a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı

(2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. -30 °C dı ortam sıcaklı ında (2c) durumunda dı duvar yüzey ısı akısı 100,2 W/m²'dir. Yalıtımsız durumda ise 128,45 W/m² olmaktadır. Kiri kısmına yapılan yalıtım ile (2c) durumunda yalıtımsız duvar kısmında yakla ık 28 W/m²'lik bir azalma vardır. Bu durum, iç ortamdaki kazanılan ısı miktarındaki dü ü ü göstermektedir. Kiri kısmında, dı yüzeyde bu durum daha belirginle mektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda bu kısımdaki ısı akısı, 228,64 W/m² iken (2c) ve (2d) durumlarında sırasıyla 21,68 W/m² ve 20,02 W/m²'dir. (2d) durumundaki bu farkın nedeni, alt kat duvarına yapılan yalıtımla azalan ısı akımlarının sonucudur. 0 °C dı ortam sıcaklı ında (2c) durumunda yalıtımsız duvar kısmında ısı akısı, 40,8 W/m² iken, yalıtımlı duvar kısmında, (2d) durumundaki yalıtımlı duvar kısmında oldu u gibi 8,35 W/m² de erine dü mektedir. Her iki durumda da (2c ve 2d) kiri kısımlarında ısı akıları 8 W/m² civarındadır. 30 °C dı ortam sıcaklı ında, kiri önü ve üst kat duvarın yalıtımlı oldu u (2c) ve alt kat duvarın da yalıtımlı oldu u (2d) durumlarında kiri kısımlarındaki ısı akıları 4,33 ve 4 W/m²'dir. Böylece (2d) durumunda kiri kısımdan kazanılan ısı akısı azaldı ından, bu kısımdaki kiri sıcaklı ı (2c) durumuna göre daha yüksek de erdedir. Kiri önü ve üst ve alt kat duvarın yalıtımlı oldu u (2d) durumunda, iç ortama kiri kısımdan daha az ısı geçmektedir. Yalıtımlı duvar kısımlarındaki ısı akıları ise 4,17 W/ m²'dir.

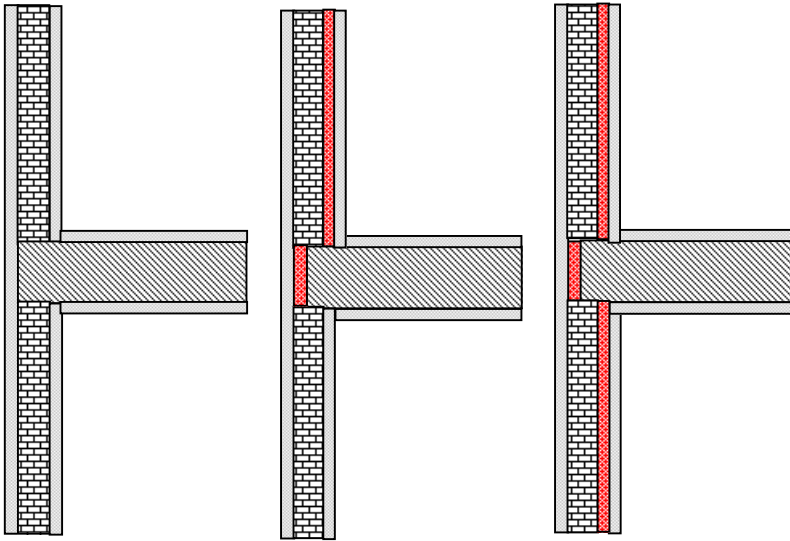


1a)
Yalıtımsız

2c)
Kiri önü ve üst kat
duvar yalıtımlı

2d)
Kiri önü, üst ve alt
kat duvar yalıtımlı

ekil 5.64 -30 °C dı sıcaklık için içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları

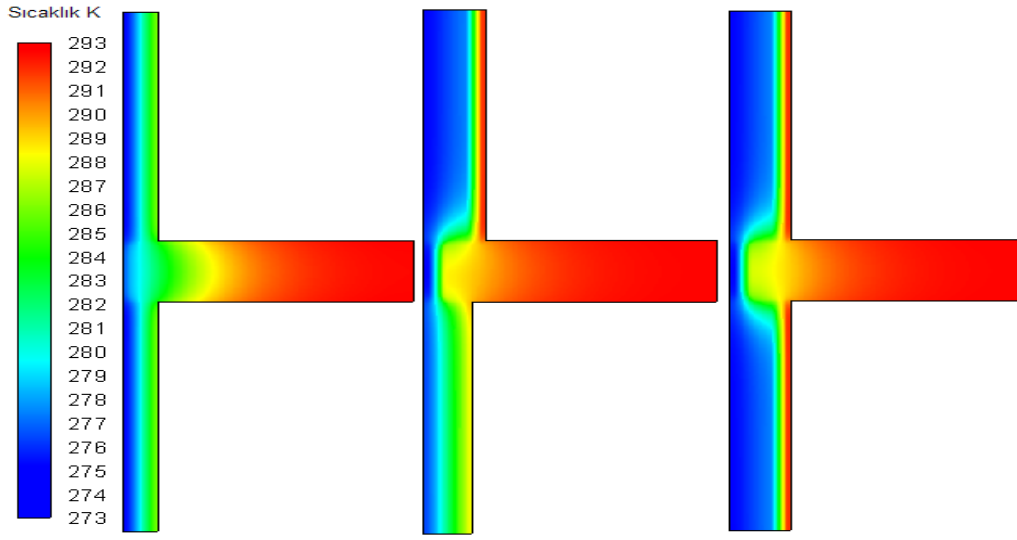


1a)

2c)

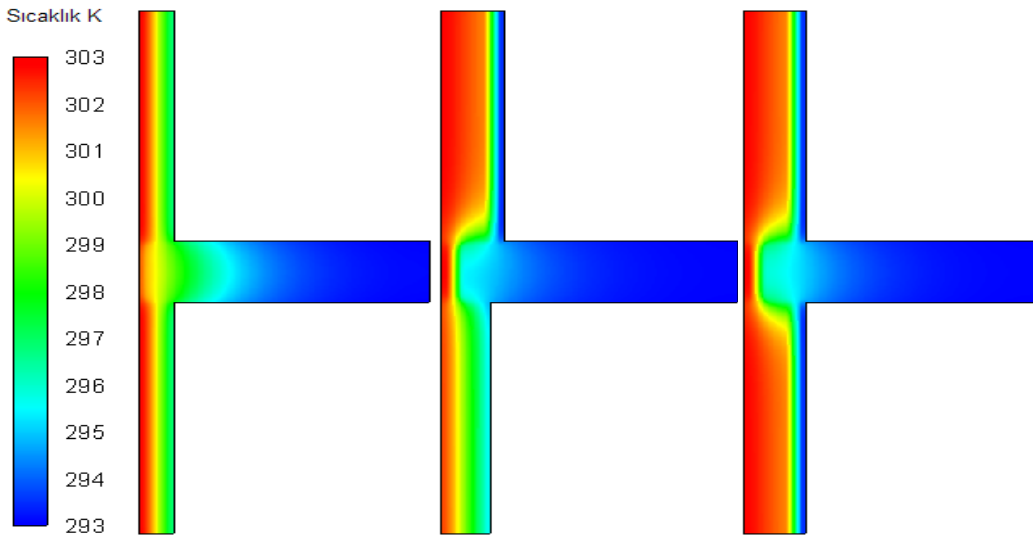
2d)

ekil 5.65 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



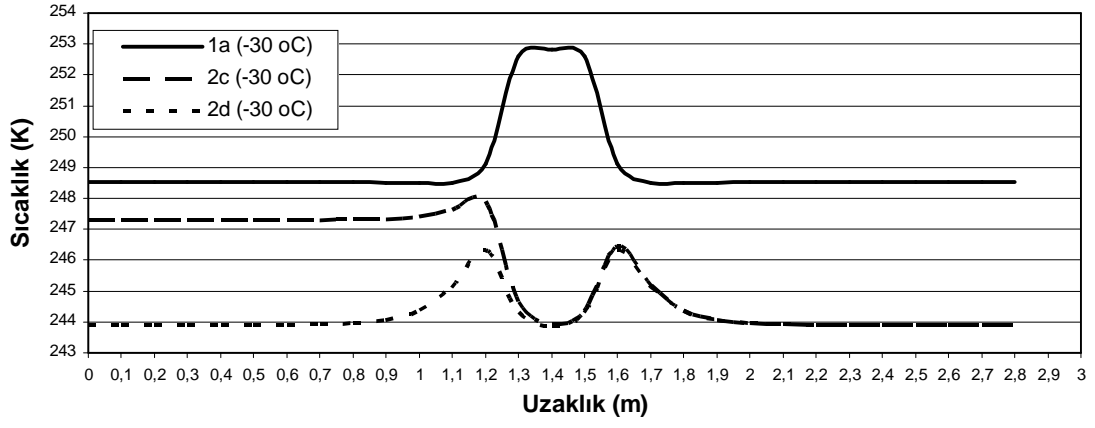
1a) Yalıtımsız 2c) Kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı 2d) Kiri önü, üst ve alt kat duvar yalıtımlı

ekil 5.66 0 °C dı sıcaklık için içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar bloкта sıcaklık da ılımları

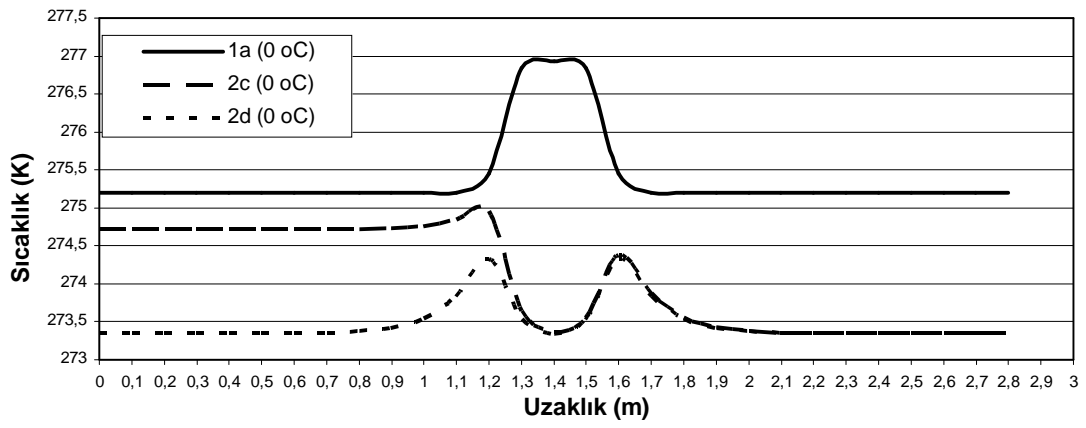


1a) Yalıtımsız 2c) Kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı 2d) Kiri önü, üst ve alt kat duvar yalıtımlı

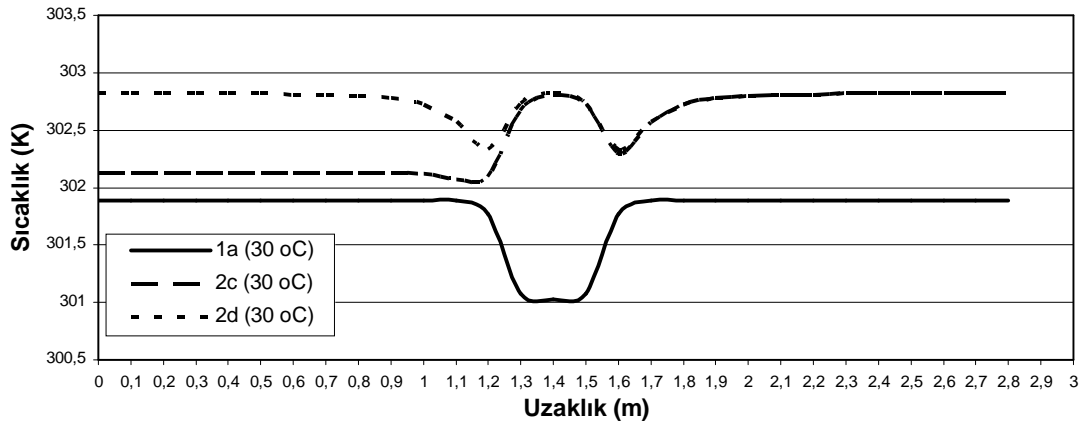
ekil 5.67 30 °C dı sıcaklık için içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar bloкта sıcaklık da ılımları



a)

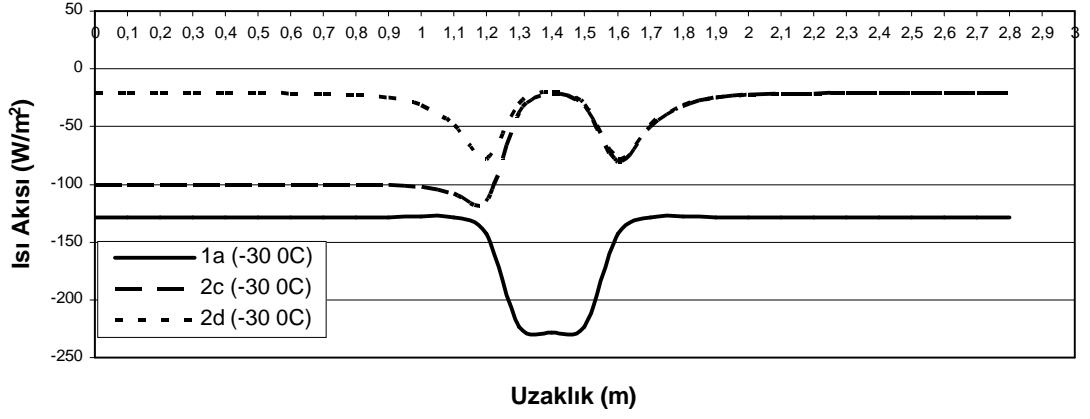


b)

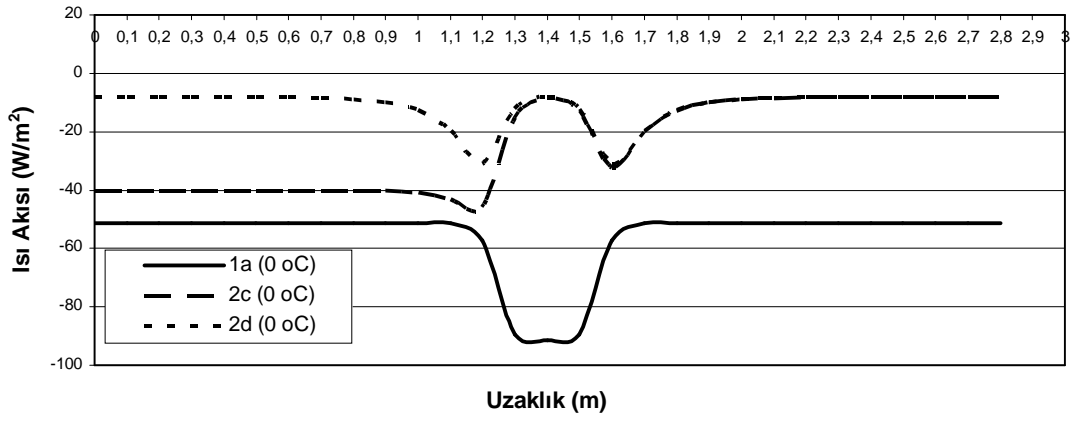


c)

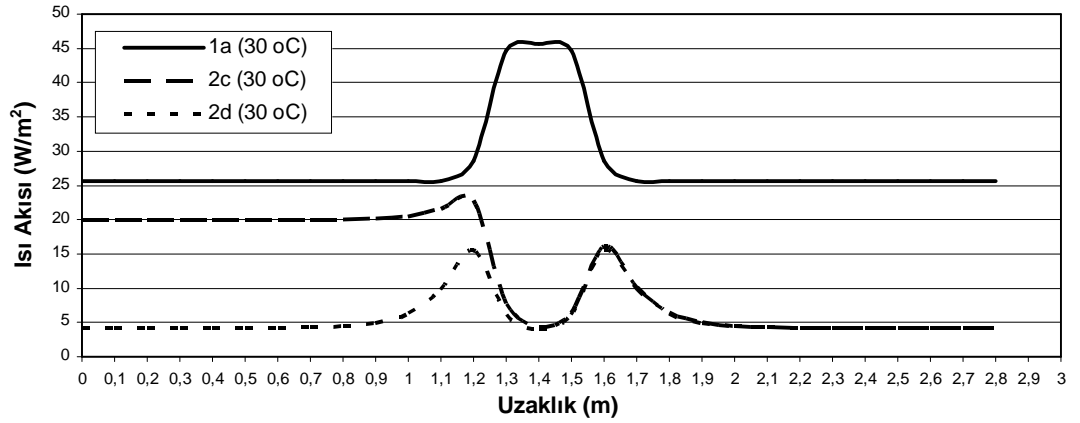
ekil 5.68 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için dı yüzey sıcaklık de iimleri



a)



b)



c)

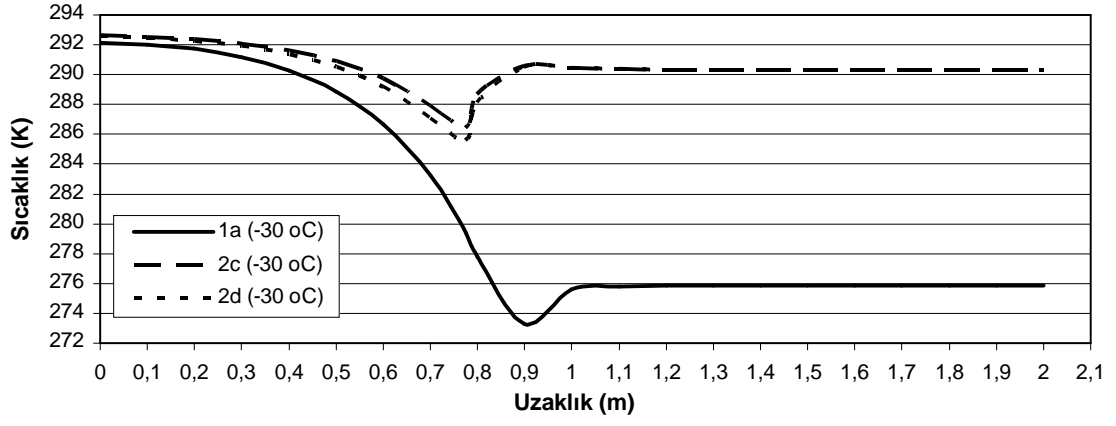
ekil 5.69 a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için dı yüzey ısı akısı de iimleri

ekil 5.70'de a) -30 °C, b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık

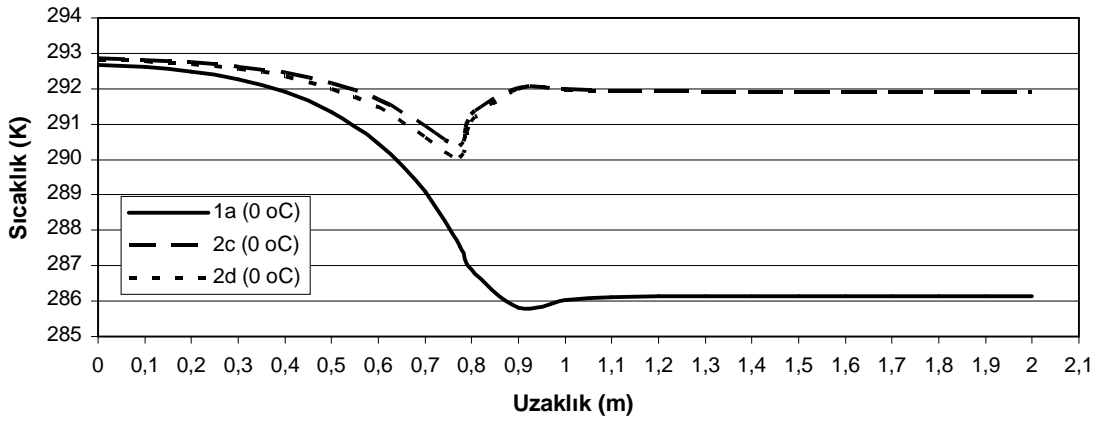
de i imleri gösterilmektedir. ekil 5.71'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, kiri önü ve üst kat duvarın yalıtımlı oldu u (2c) durumunda üst kat yüzeyde sıcaklık, 292 K 'den ba layarak dı ortama do ru gidildikçe azalmaktadır. Kö e noktasında sıcaklık, 286 K 'dir. Yalıtımsız (1a) durumunda kö e noktası sıcaklı ı, 273 K 'dir. (2c) durumunda üst kat duvarına yapılan yalıtım yanal ısı akımlarını önledi inden etkin ısı köprüsü olan kö e noktasında sıcaklık de eri artmaktadır. Duvar yüzeyinde ise sıcaklık 290 K 'e çıkmaktadır. (2d) durumunda da sıcaklık, dı ortama do ru gidildikçe azalmaktadır. Ancak alt kat duvarına da yapılan yalıtım sonucu, kiri kısmından so uk kalan duvar kesitine ısı akısı artmaktadır. Bu nedenle (2d) durumunda kö e noktası sıcaklı ı, $285,5\text{ K}$ de erine dü mektedir. Yalıtımlı duvar yüzeyinde sıcaklık de i memi ve 290 K 'dir. (2c) durumunda alt kat yüzey sıcaklı ı, ortalama 291 K civarındadır. Kö e noktası sıcaklı ı ise üst kattan kiri e olan ısı akımları sonucunda 286 K de erini almaktadır. Yalıtımsız duvar yüzeyinde ise sıcaklık 280 K 'dir. (2d) durumunda, alt ve üst kat iç ortam sıcaklıkları de i medi inden üst kat için elde edilen yüzey sıcaklıkları alt kat için de elde edilmi tir. Kö e noktası sıcaklı ı $285,5\text{ K}$ iken duvar sıcaklı ı 290 K 'dir. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, iç ortamdandı ortama olan ısı iletimi azaldı ından (2c) durumunda kö e noktası sıcaklı ı $290,37\text{ K}$ ' e, (2d) durumunda ise $290,03\text{ K}$ ' e çıkmaktadır. Duvar yüzey sıcaklıkları ise her iki durumda da (2c ve 2d) $291,92\text{ K}$ 'dir. Alt kat yüzey sıcaklıkları ise (2c) durumunda üst kata paralel olarak artı göstermektedir. Yalıtımsız duvar yüzeyinde de sıcaklık 287 K ' e çıkmaktadır. (2d) durumunda alt kat duvar yüzeyine de yapılan yalıtım sonucu, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki duruma göre hem kö e noktası sıcaklı ı hem de duvar iç yüzey sıcaklı ı artmaktadır. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında üst kat iç yüzey sıcaklı ı sabit bir de er olarak 293 K olmaktadır. Kö e noktasında sıcaklık, dı ortamdandı ortama olan ısı kazancıyla $294,31\text{ K}$ 'e çıkmaktadır. Duvar yüzey sıcaklı ı ise $293,53\text{ K}$ 'dir. (2c) durumunda alt kat duvar yüzeyinde yalıtım olmadı ından sıcaklık, $2,06\text{ K}$ artı la $295,59\text{ K}$ olmaktadır. (2d) durumunda, üst ve alt kat yüzeylerinde daha homojen bir sıcaklık da ılımı elde edilmektedir.

ekil 5.72'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı

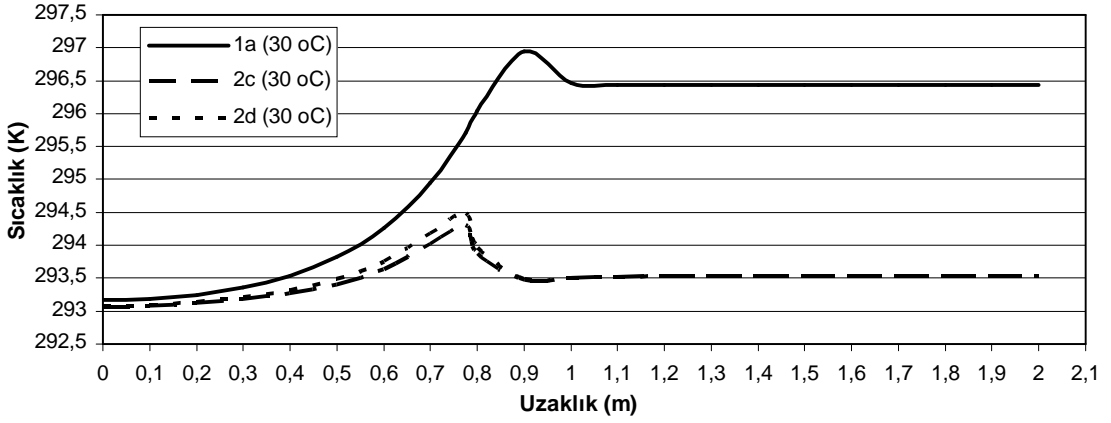
de i imleri gösterilmektedir. ekil 5.73'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), kiri önü ve üst kat duvar yalıtımlı (2c) ve kiri önü ve üst ve alt kat duvar yalıtımlı (2d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, (2c) durumunda üst kat yüzeyinde dı ortama do ru ısı akısı artmaktadır. Bu durum, dı ortama do ru yüzey sıcaklı ının azalaca ının kanıtı olmaktadır. Kö e noktasında ısı akısı, $49,34\text{ W/m}^2$ ile en yüksek düzeyine çıkmaktadır. Duvar yüzeyinde azalarak $20,76\text{ W/m}^2$ olmaktadır. Alt kat duvar yüzeyinde ısı akısı $100,17\text{ W/m}^2$ ile alt kat kö e noktasında elde edilen ısı akısı de erini ($51,18\text{ W/m}^2$) geçmektedir. Bunun nedeni, kiri önüne yapılan yalıtım ile kiri te ısı depolanması sa lanarak kiri sıcaklı ının yüksek olması sa lanmaktadır. Kö e noktası da kiri e yakın oldu undan daha dü ük ısı akısı elde edilmektedir. Ayrıca duvar yalıtımsız oldu undan, duvar yüzeyindeki ısı akısı daha yüksek de er almaktadır. (2d) durumunda üst ve alt kat duvar yüzeylerinde ısı akıları, $20,76\text{ W/m}^2$ 'dir. Kö e noktasında ise so uk duvar kesitine olan kayıplar nedeniyle ısı akısı artmakta ve $55,77\text{ W/m}^2$ olmaktadır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ındaki ısı akısı de erleri , $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında elde edilen de erlere göre daha dü ük de erler almaktadır. Isı akısı, (2c) durumunda üst kat duvar yüzeyinde $8,3\text{ W/m}^2$ iken alt kat duvar yüzeyinde $40,06\text{ W/m}^2$ olmaktadır. Yalıtımsız durum olan (1a)'da bu de er $51,36\text{ W/m}^2$ de erini almaktadır. Kiri önü ve üst ve alt kat duvarın yalıtımlı oldu u (2d) durumunda, üst ve alt kat kö e noktasında ısı akısı $22,31\text{ W/m}^2$ iken (1a) durumunda 58 W/m^2 'dir. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında (2c) durumunda üst kat yüzey ısı akısı, dı ortama do ru ilerledikçe dı ortamdan olan ısı kazancı nedeniyle artmaktadır. Bu artı , iç yüzey sıcaklı ını artırmaktadır. Alt kat yüzeyi için de artı devam ederken, yalıtımsız duvar yüzeyinde üst kata göre artı daha fazla olmaktadır. (2d) durumunda iç duvar yüzeyi yalıtımlı oldu undan, iç ortama göre daha sıcak dı ortamdan olan ısı akımları ile duvar kesiti ısınmaktadır. Duvar kesitinden de kiri e olan ısı akımları ile üst ve alt kat yüzey ısı akıları ve sonucunda yüzey sıcaklıkları artmaktadır. Buradan da anla ılaca ı gibi kiri , ısı köprüsü görevini görerek ısı akısının yüzeylere iletilmesi sa lamaktadır.



a)

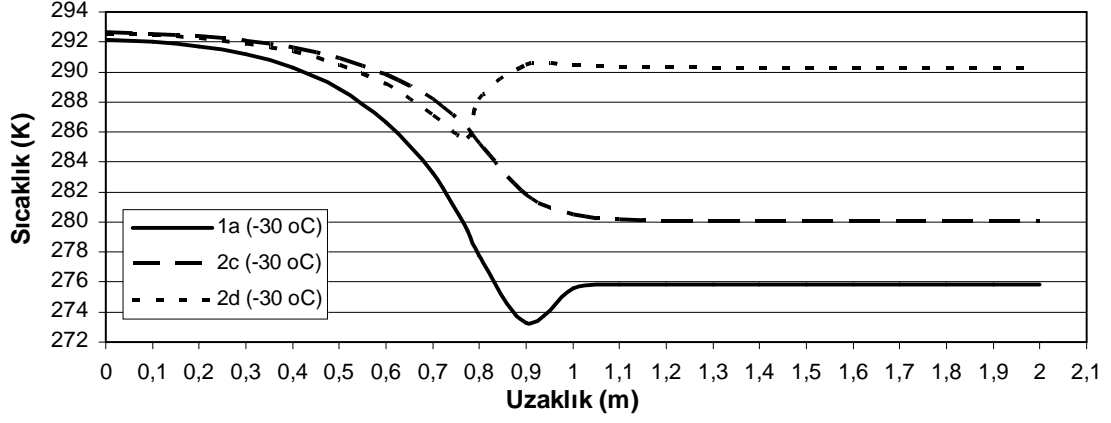


b)

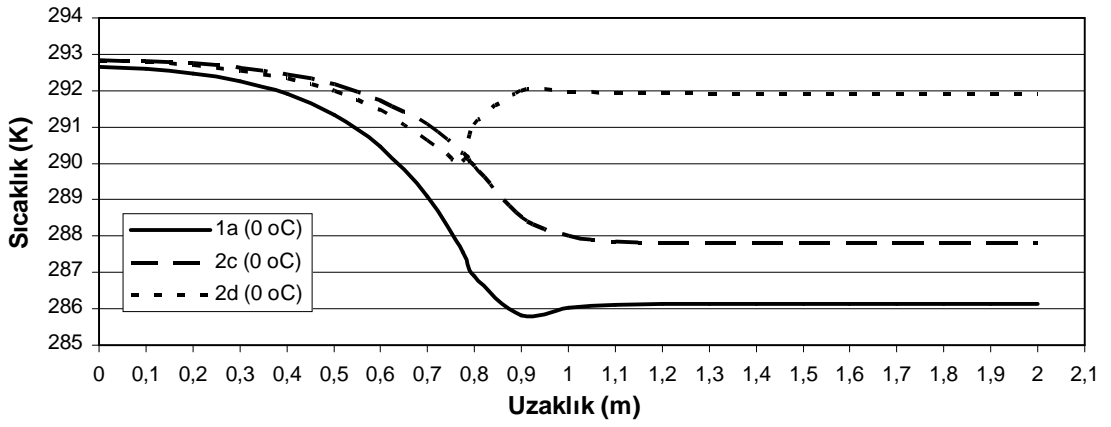


c)

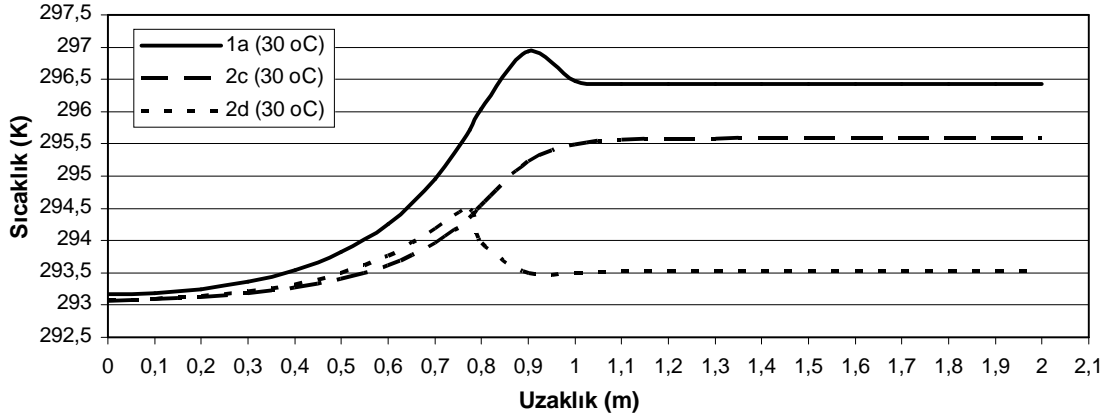
ekil 5.70 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için üst kat yüzey sıcaklık de iimleri



a)

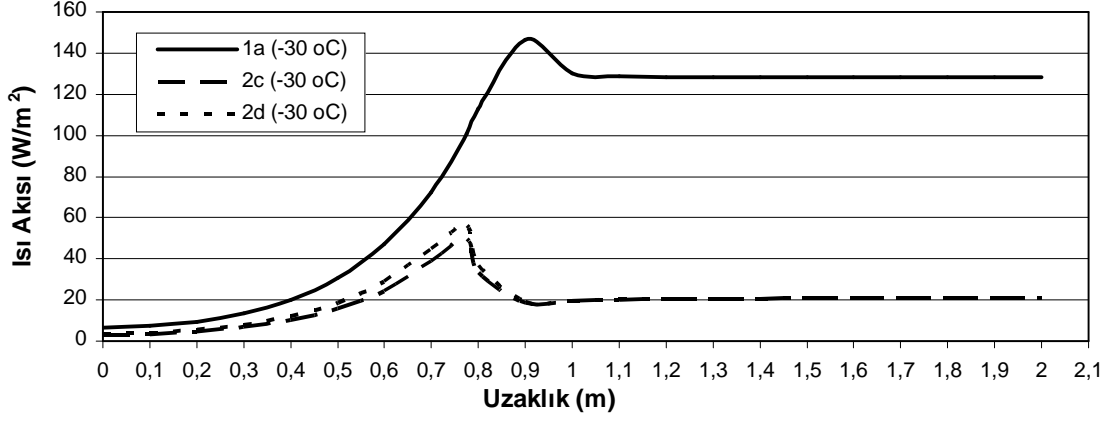


b)

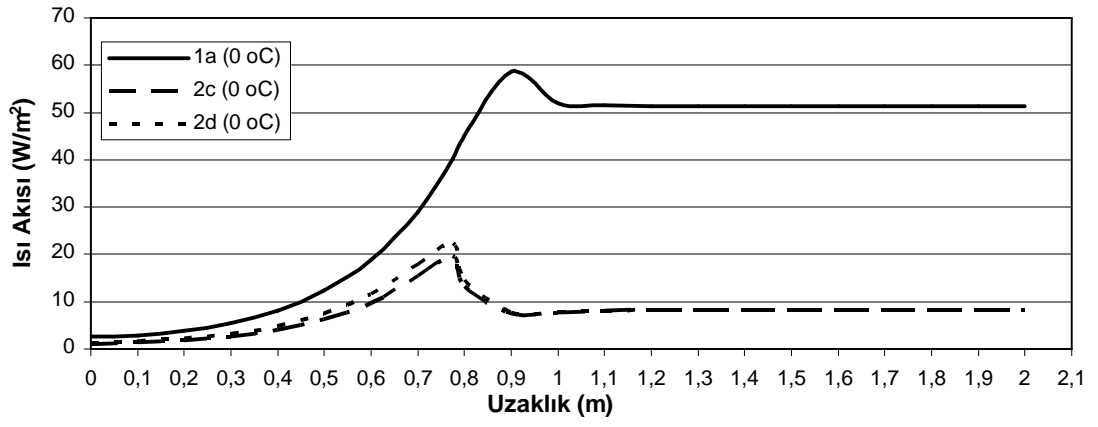


c)

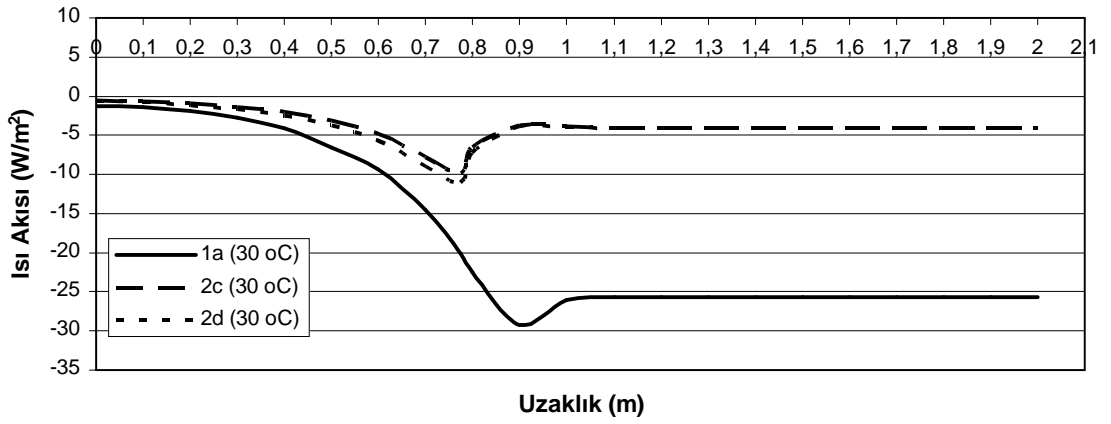
ekil 5.71 a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için alt kat yüzey sıcaklık de iimleri



a)

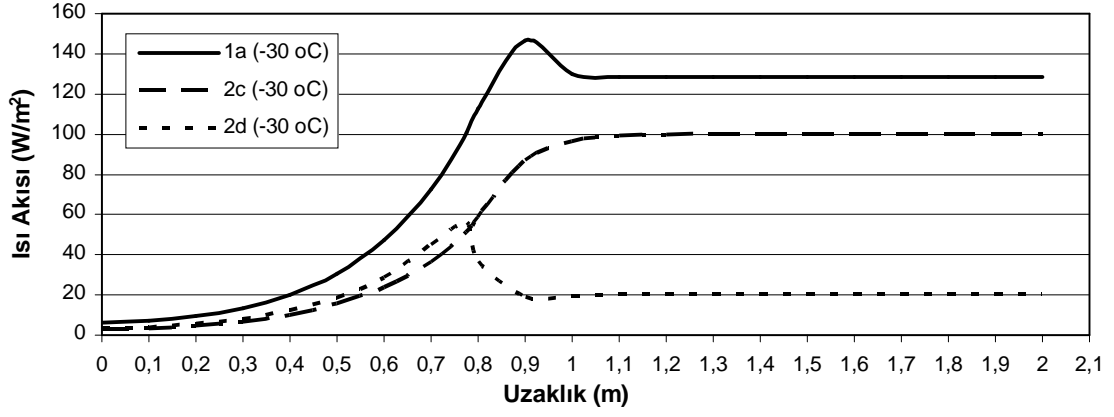


b)

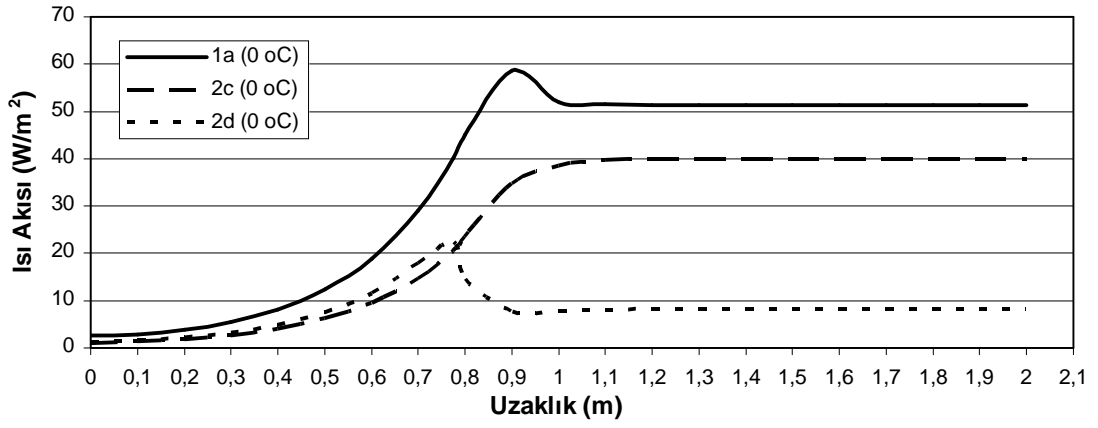


c)

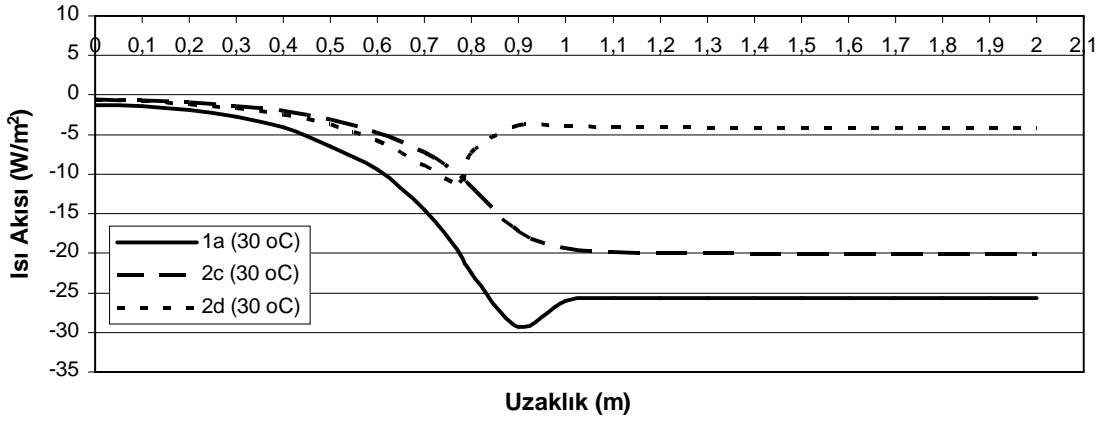
ekil 5.72 a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için üst kat yüzey ısı akısı de i imleri



a)



b)



c)

ekil 5.73 a) $-30^\circ C$ b) $0^\circ C$ ve c) $30^\circ C$ dı ortam sıcaklıklarında 1a, 2c ve 2d için alt kat yüzey ısı akısı de iimleri

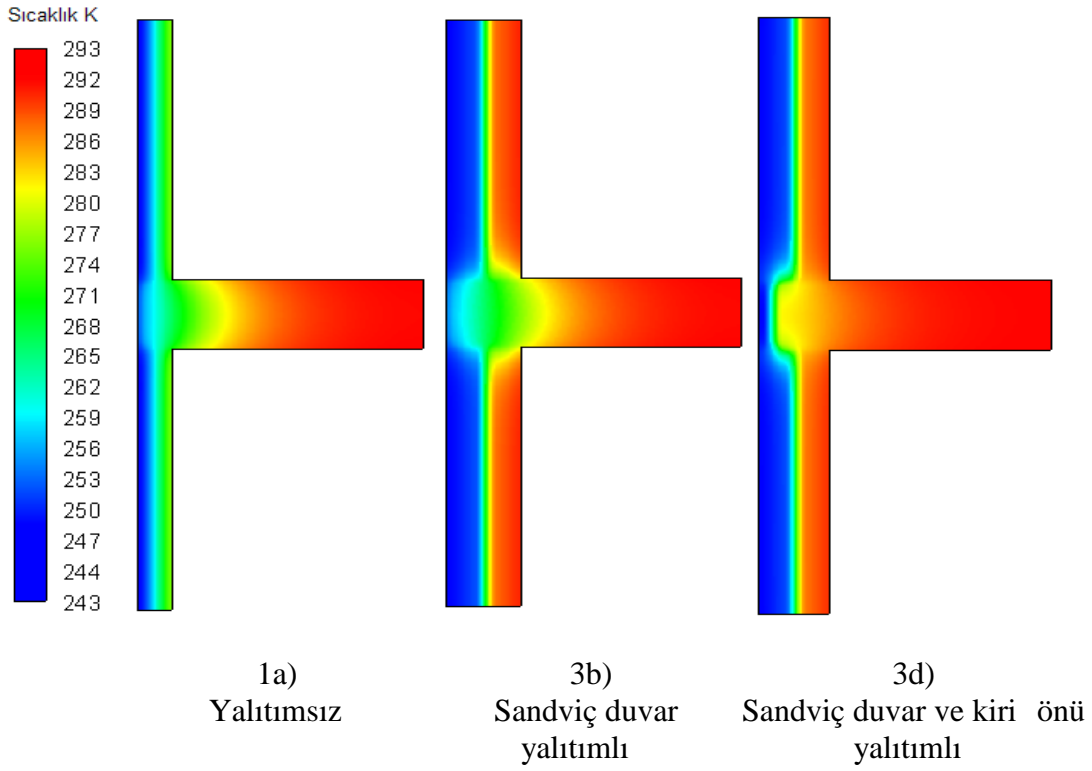
5.4.3 Sandviç Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

Şekil 5.74'de -30°C , Şekil 5.76'de 0°C ve Şekil 5.77'de 30°C dış ortam sıcaklıklarında sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta oluşan sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Şekil 5.75'de modellerin yapı düzeni gösterilmektedir. Sandviç duvar yalıtımı uygulanmasıyla duvar yüzey sıcaklığı artmaktadır. Ancak sıcaklık dağılımında da görüldüğü gibi dış ortama doğru kiriş kısmında yüksek ısı akımları nedeniyle solumaya meydana gelmektedir. Isı köprüsü, sıcaklık dağılımının bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bu kısımda ısı köprüsü oluşturulmaktadır. Kiriş önüne yapılan yalıtım, kiriş vasıtasıyla iç ortamdaki ısı akımlarını engellediğinden ısı köprüsü etkisini azaltmaktadır. Fakat kiriş önüne yapılan yalıtımla, duvarlar arasında oluşan ısı akımları nedeniyle bu kısımda sıcaklık dağılımında bozulmalar olmaktadır. Bu nedenle, bu kısımda ısı köprüsü etkisi az da olsa bulunmaktadır. Yapıda ısı köprüsü etkisi tam olarak engellenememiştir. Dış ortam sıcaklığı azaldığında bu kısımlardan oluşan ısı akımları ile sıcaklık dağılımında renk açılmaya başlamakta ve ısı köprüsü etkisi kendisi göstermektedir.

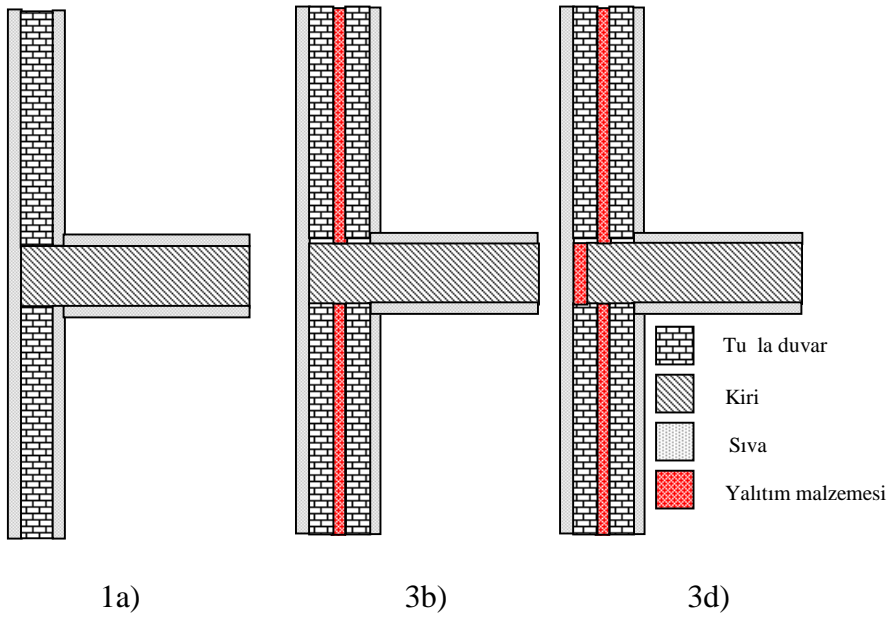
Şekil 5.78'de a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kirişli duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. -30°C dış ortam sıcaklığında sandviç duvar yalıtımlı (3b) durumunda sıcaklık, dış duvar yüzeyinde 243,86 K iken kiriş kısmında 250 K'e çıkmaktadır. Sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) durumunda kiriş önüne yapılan yalıtımla iç ortamdaki ısı akımları azaldığından kiriş kısmında sıcaklık 243,89 K'e düşmektedir. Ayrıca kiriş önüne yapılan yalıtım, dış ortama doğru kirişten duvarlara olan yan ısı akımlarını engellediğinden dış duvar yüzey sıcaklığı 243,84 K'e düşmektedir. 0°C dış ortam sıcaklığında, yalıtımsız (1a) durumunda dış duvar yüzey sıcaklığı 275,2 K iken (3b) ve (3d) durumlarında 273,34 K olmaktadır. Yine yalıtımsız durumda (1a), kiriş önü yüzey sıcaklığı yaklaşık 277 K iken (3b) durumunda 276 K'e ve (3d) durumunda 273,35 K'e düşmektedir. Yalnız kirişin alt ve üst kısmından oluşan ısı akımları nedeniyle sıcaklıkta sıçramalar (ani artışlar) olmaktadır. Bu nedenle sıcaklık, bu kısımlarda 274 K'e çıkmaktadır. 30°C dış ortam sıcaklığında, (3b) ve (3d) durumlarında, (1a) durumuna göre sıcaklıkta 1 K'lik artış olmaktadır. Yani dış ortamdaki ısı akımları, yalıtımsız (1a) durumuna göre iç ortama daha az geçmektedir. Bu da dış yüzey sıcaklığının daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Kiriş kısmında, (3b) durumunda

yalıtım olmadı ından sıcaklık 301,4 K'e kadar dü mektedir. Bu kısımdan, iç ortama daha fazla ısı geçi i olmaktadır. (3d) durumunda ise bu kısımdaki sıcaklık dü ü ü yalıtımdan ötürü daha sınırlı kalmaktadır. Sıcaklık bu kısımda 302,82 K'dir.

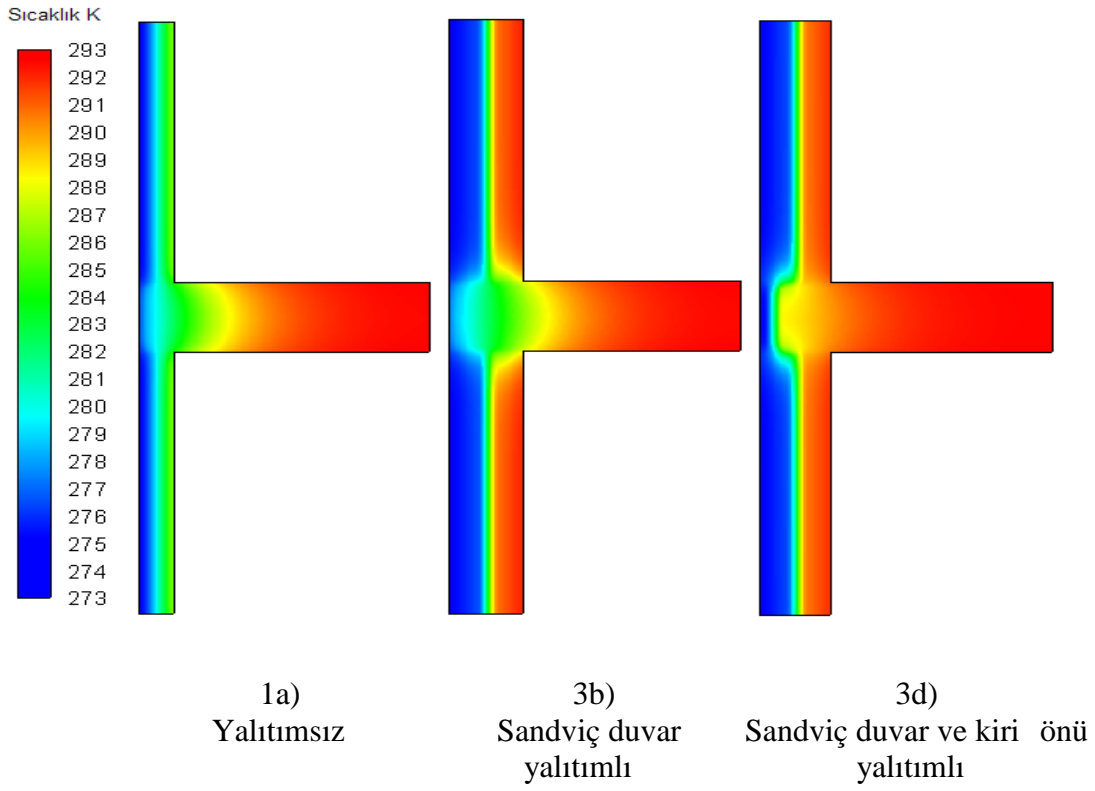
ekil 5.79'da a) -30 °C, b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiri önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. -30 °C dı ortam sıcaklı ında (3b) durumunda, (1a) durumuna göre duvar yüzeyinde ısı akısı 108 W/m² de erine dü mekte iken kiri kısmında bu dü ü 50 W/m² olmaktadır. (3d) durumunda, kiri önüne yapılan yalıtımla dü ü daha belirgin bir hal almaktadır ve 208 W/m²'dir. 0 °C dı ortam sıcaklı ında, iç ortam ve dı ortam arasındaki sıcaklık farkı azaldı ından ısı köprüsü etkisi de (1a) durumuna göre daha az olmaktadır. (3b) durumunda duvar dı yüzey ısı akısı 8 W/m²'dir. Isı köprüsü bölgesinde ise 71 W/m² ile -30 °C'deki duruma göre 106 W/m²'lik bir azalma vardır. Sandviç duvarın ve kiri önünün yalıtımlı oldu u (3d) durumunda ise ısı köprüsü etkisi daha da azalmaktadır. Bu duruma kiri önüne yapılan yalıtım sebep olmaktadır. 30 °C dı ortam sıcaklı ında, ısı geçi i bu kez tersine i lemektedir. Isı, dı ortamdaki iç ortama (293 K) do ru akmaktadır. Sandviç duvar yalıtımlı (3b) durumunda dı duvar yüzeyinde ısı akısı, 4 W/m²'dir. Kiri yüzeyinde ise 35 W/m²'dir. Kiri yüzeyi yalıtımsız oldu undan, ısı kiri in de yüksek ısı iletme kabiliyeti ile kiri ten daha çok geçmektedir. (3d) durumunda ise ısı akısı kiri yüzeyinde yalıtımla 4 W/m² de erine kadar dü mektedir. Böylece, ısı köprüsü etkisi azalmaktadır.



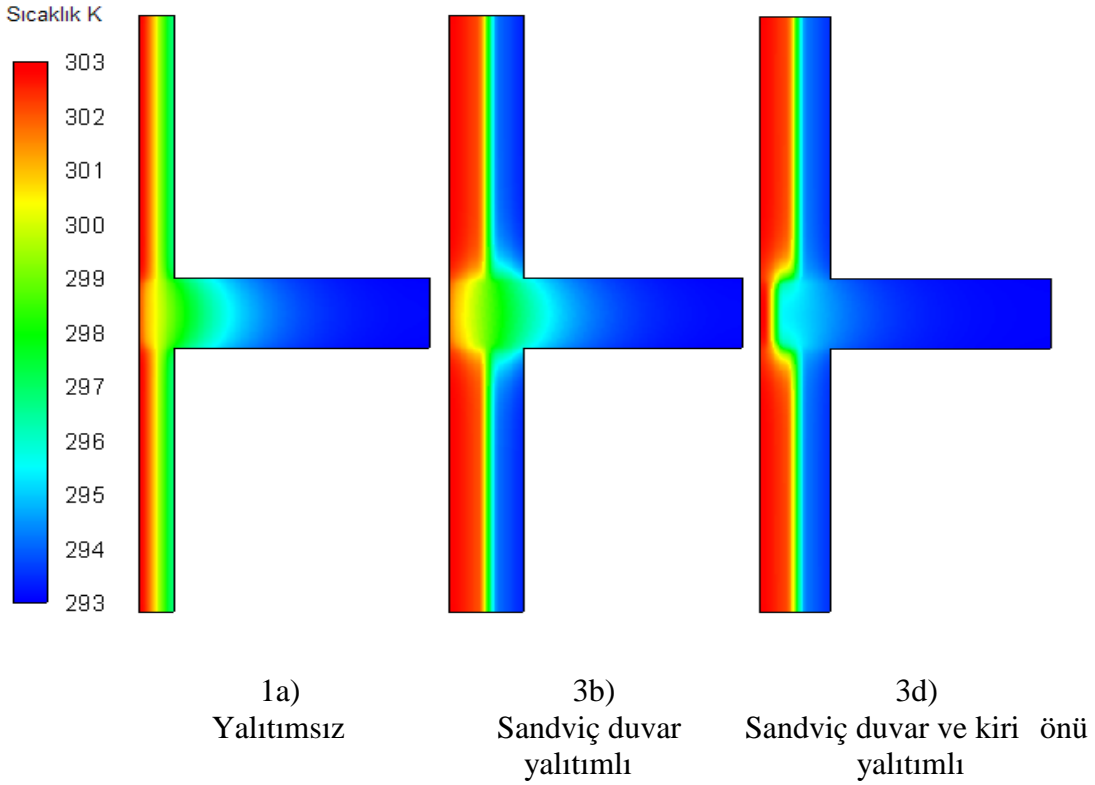
ekil 5.74 -30 °C dı sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



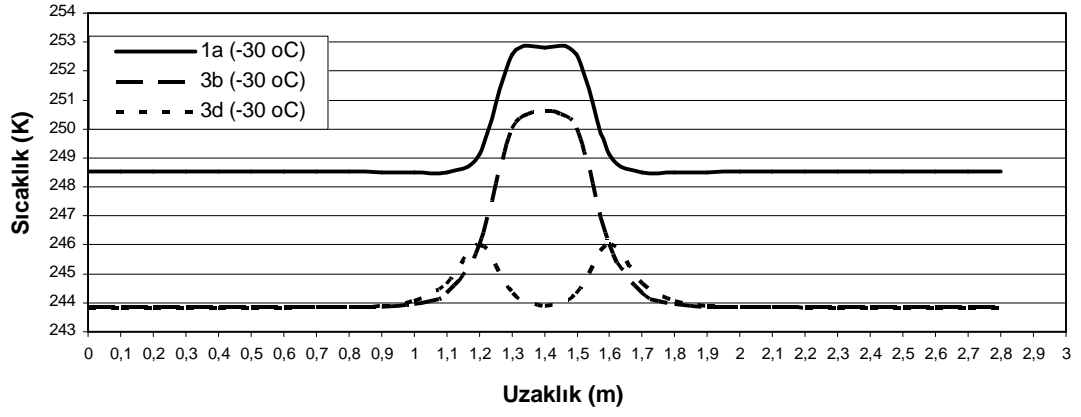
ekil 5.75 Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



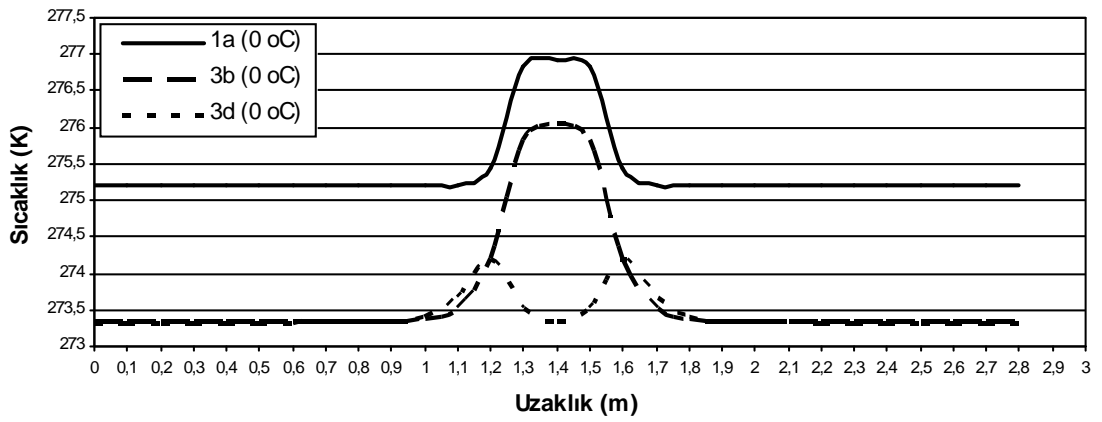
ekil 5.76 0 °C dı sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



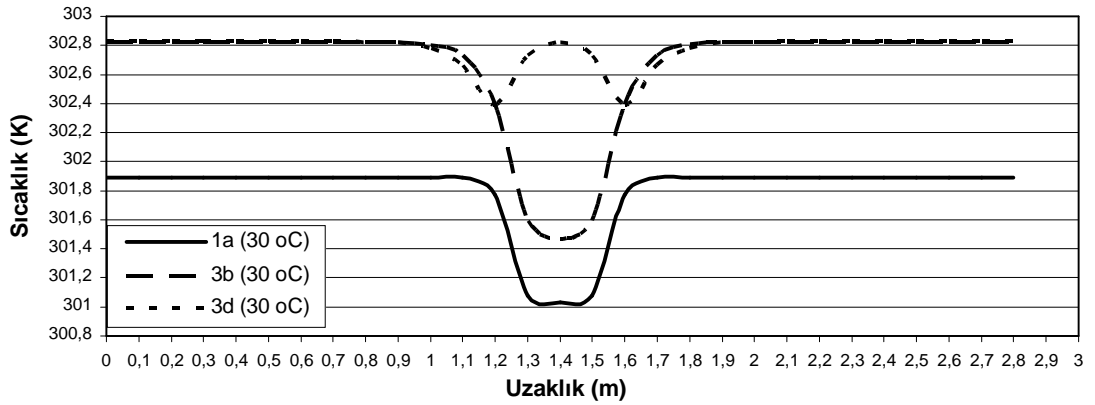
ekil 5.77 30 °C dı sıcaklık için sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



a)

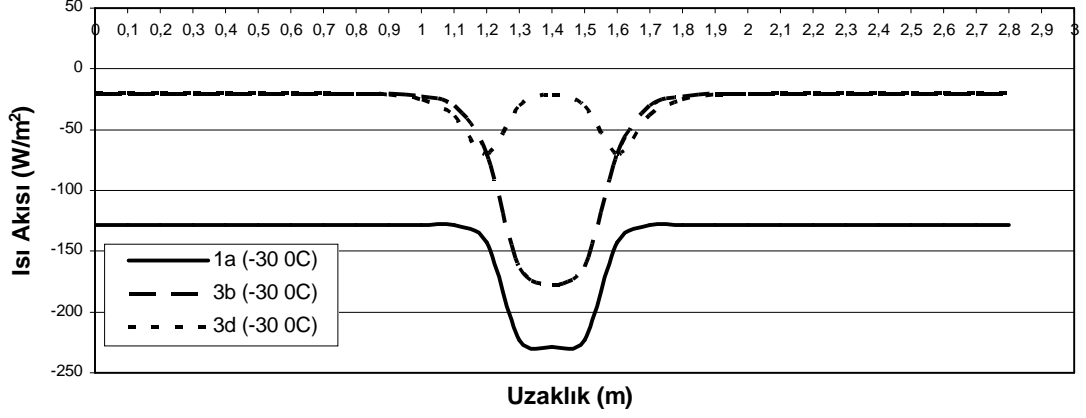


b)

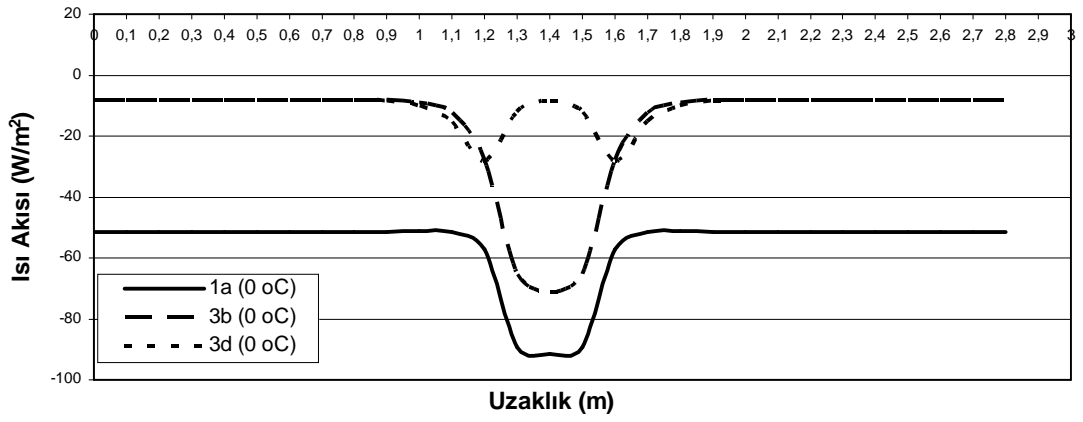


c)

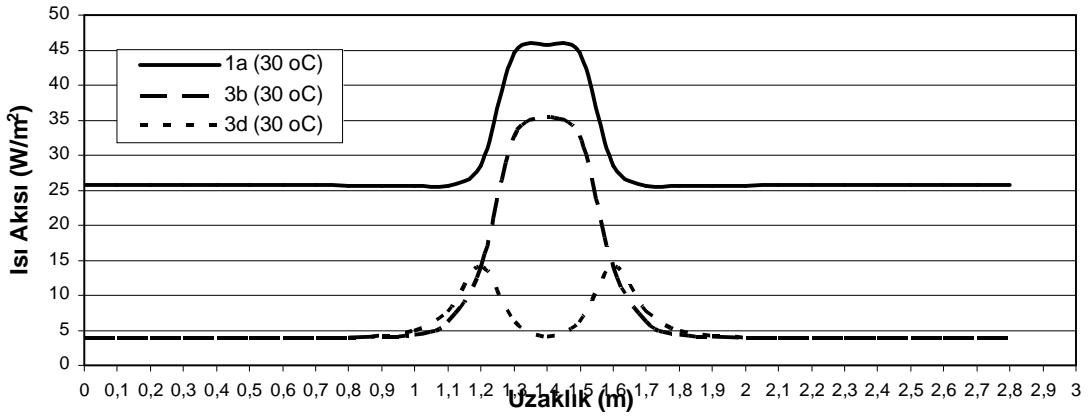
ekil 5.78 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a,3b ve 3d için dı yüzey sıcaklık de iimleri



a)



b)

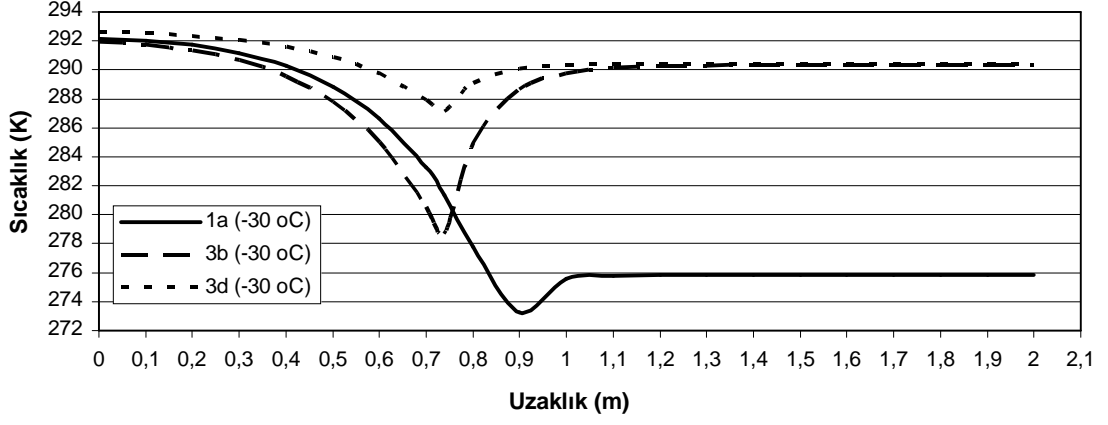


c)

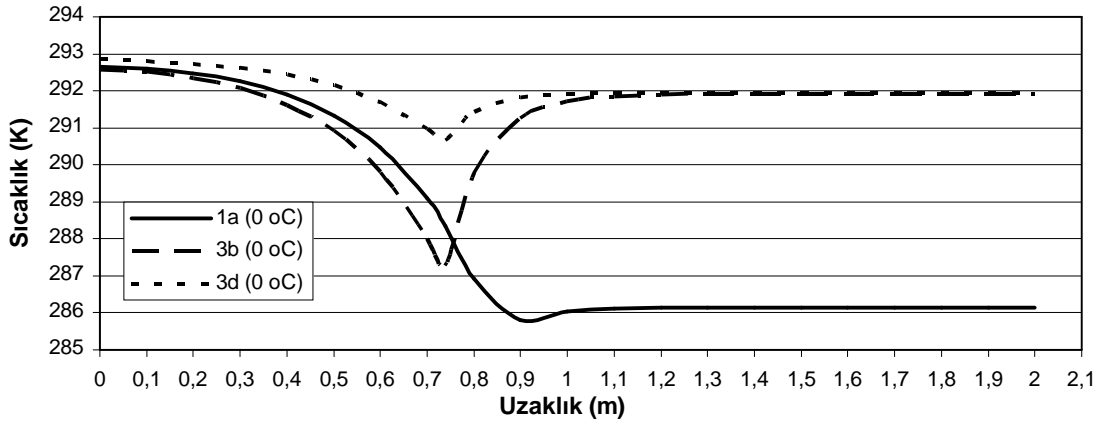
ekil 5.79 a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 3b ve 3d için dı yüzey ısı akısı de iimleri

ekil 5.80'de a) -30 °C, b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiri önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri

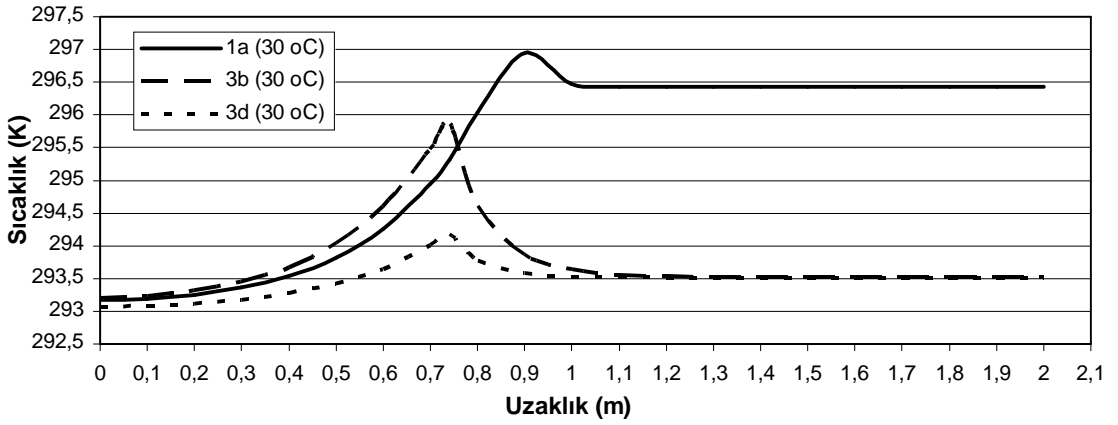
gösterilmektedir. Şekil 5.81'de a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. -30°C dış ortam sıcaklığında, sandviç duvar yalıtımlı (3b) durumunda üst kat yüzeyinde $0,6\text{ m}$ 'deki sıcaklık yaklaşık 285 K iken sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) durumunda, üst kat yüzeyinde aynı noktadaki sıcaklık $289,76\text{ K}$ olmaktadır. Bu artış, dış ortama doğru yüzey boyunca ilerlerken de devam etmektedir. Bu farklılığın sebebi, (3d) durumunda kiriş önüne yapılan yalıtım sonucu kirişte ısının depo edilmesindedir. Alt kat yüzey sıcaklıklarına bakıldığında üst kat ile aynı paralellik görülebilir. (3b) durumunda, alt kat duvar yüzeyinde sıcaklık $290,34\text{ K}$ iken, (3d) durumunda sıcaklık $290,41\text{ K}$ olmaktadır. 0°C dış ortam sıcaklığında, (3b) durumunda köşe noktası sıcaklığı $287,27\text{ K}$ 'dir. (3d) durumunda ise $290,65\text{ K}$ 'dir. Köşe noktası sıcaklığında görülen iyileşme, ısı köprüsü etkisinin azaltıldığının kanıtı niteliindedir. Alt kat yüzey sıcaklığı, her iki durumda (3b ve 3d) da alt ve üst kat ortam sıcaklıkları aynı olduğundan üst kat yüzey sıcaklığı ile aynı değerleri almaktadır. Merkezi ısıtma sistemi kullanılan apartmanlarda durum böyle iken kombi kullanılan apartmanlarda alt veya üst katın kombiyi kullanmadığı dönemlerde katlar arası ısı transferi sonucu yüzey sıcaklıklarında artma veya azalma görülmektedir. 30°C dış ortam sıcaklığında yalıtımsız (1a) durumunda, üst kat duvar yüzey sıcaklığı $296,43\text{ K}$ 'dir. (3b) ve (3d) durumlarında ise sırasıyla $293,53\text{ K}$ ve $293,51\text{ K}$ 'dir. (1a) durumuna göre duvar iç yüzey sıcaklıklarında görülen azalma, yalıtımın etkinliğini göstermektedir. Böylece dış ortamdaki sıcak havanın etkisi, iç ortama daha az yansımaktadır. Enerjinin verimli kullanılması gerekliliğinin daha iyi anlaşılması günümüzde yüzey sıcaklığındaki azalma, yazlık bölgelerde konfor koşullarının sağlanması için gerekecek enerji kullanımını azaltacaktır.



a)

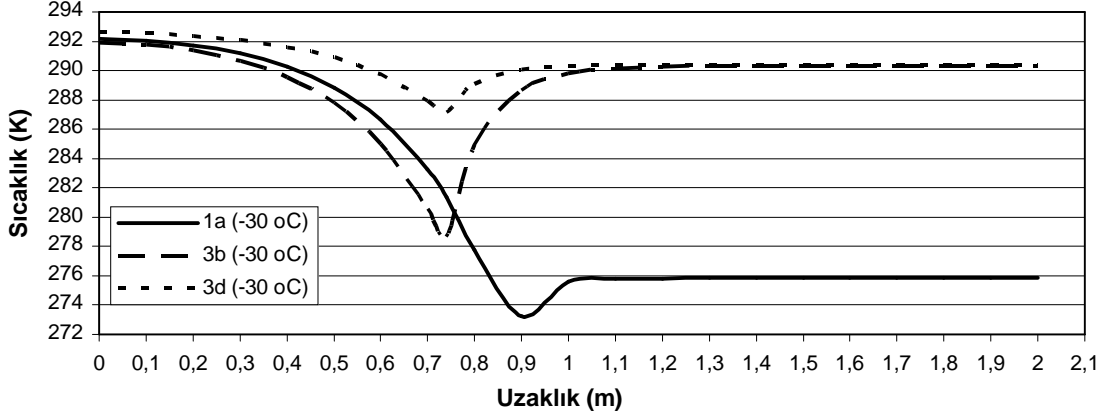


b)

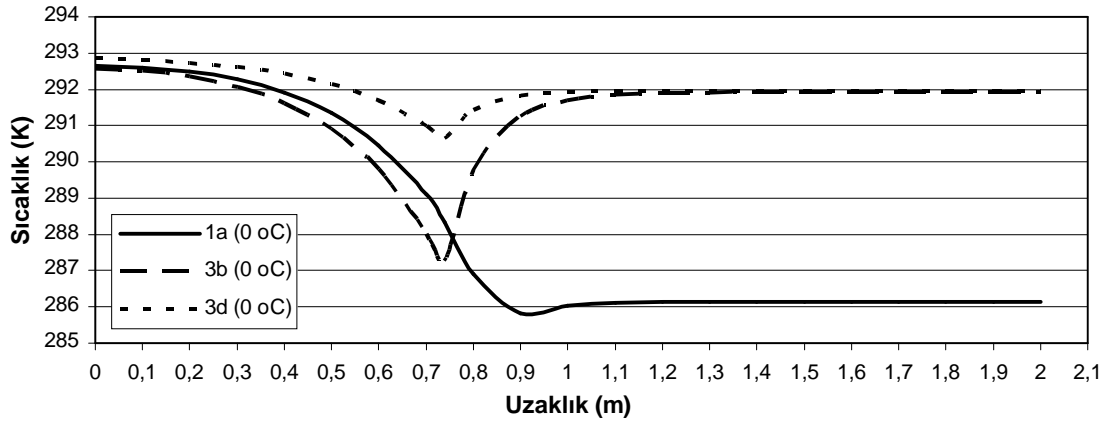


c)

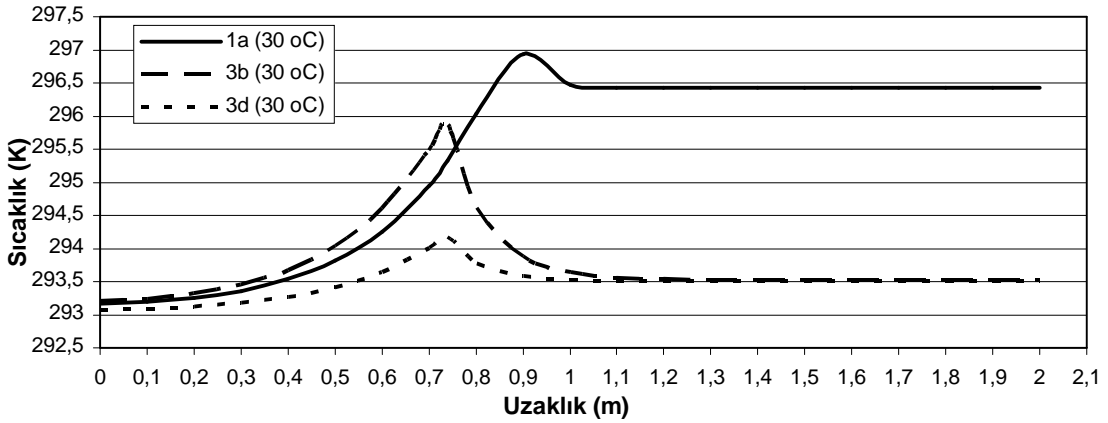
ekil 5.80 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 3b ve 3d için üst kat yüzey sıcaklık de iimleri



a)



b)

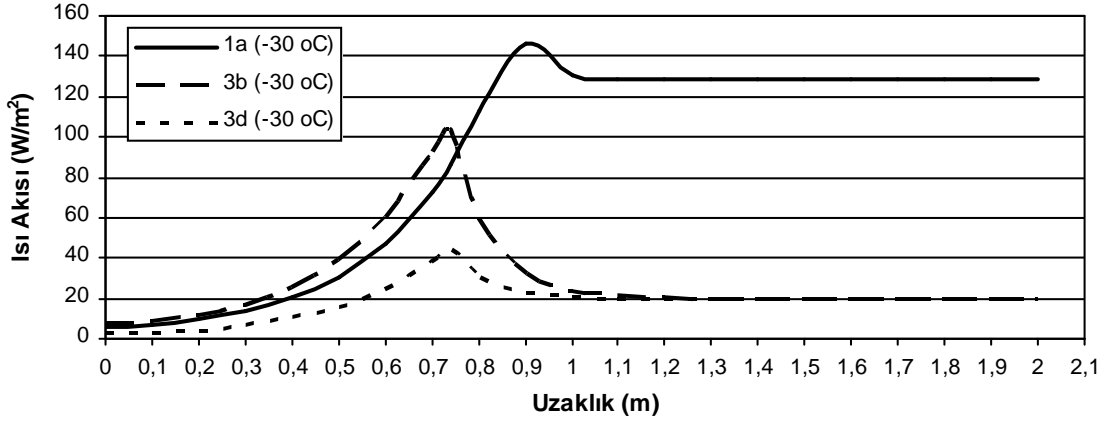


c)

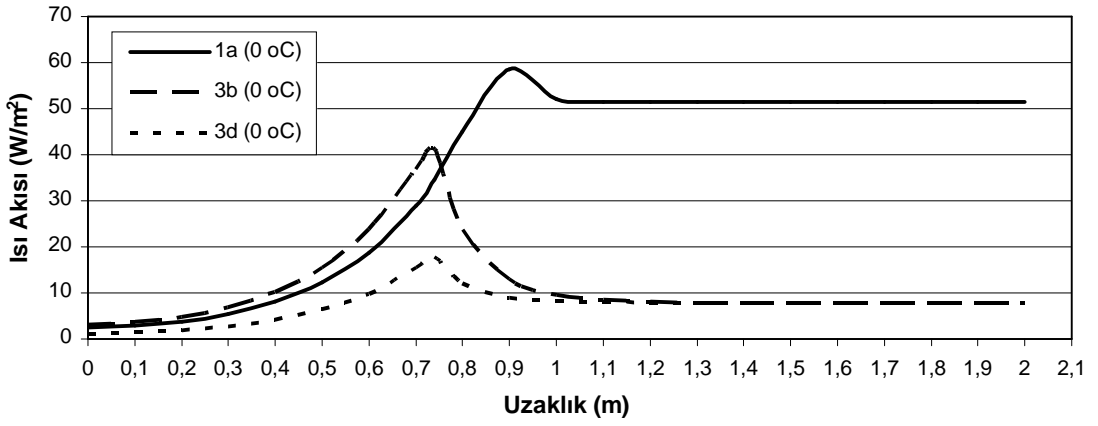
ekil 5.81 a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında 1a, 3b ve 3d için alt kat yüzey sıcaklık de iimleri

ekil 5.82'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiri önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri

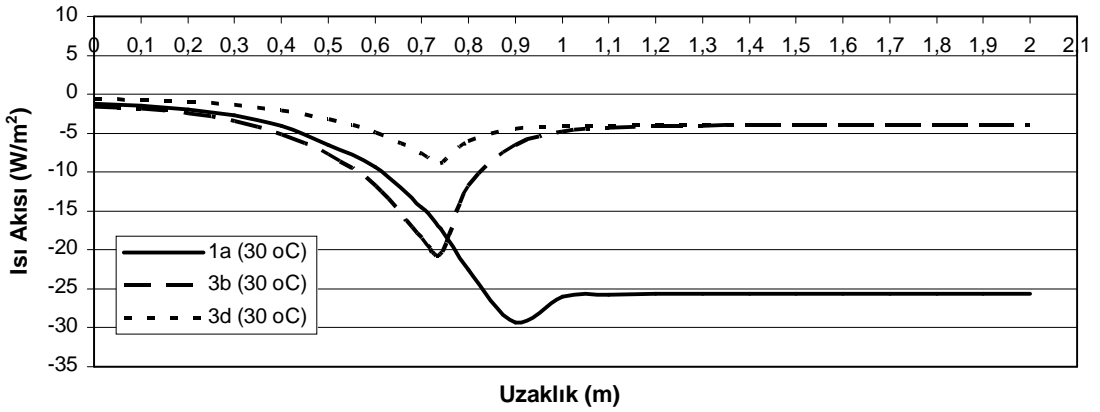
gösterilmektedir. Şekil 5.83'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), sandviç duvar yalıtımlı (3b) ve sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) modelleri için ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı değerleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dış ortam sıcaklığında, sandviç duvar yalıtımlı (3b) modelinde yüzey ısı akısı, köşe noktasına doğru artmaktadır. Bu artış köşe noktasında en yüksek değere ulaşarak $102,68\text{ W/m}^2$ olmaktadır. Yalıtımsız (1a) durumunda bu değer, 146 W/m^2 'yi bulmaktadır. Sandviç duvar ve kiriş önü yalıtımlı (3d) durumunda üst kat yüzey ısı akısı, dış ortama doğru daha az artmaktadır. Isı akısının, en yüksek değeri aldığı köşe noktasındaki değeri $44,16\text{ W/m}^2$ 'dir. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dış ortam sıcaklığında, yalıtımsız (1a) durumunda duvar yüzeyinde elde edilen ısı akısı değeri, $51,36\text{ W/m}^2$ 'dir. Bu değer, (3b) ve (3d) durumlarında ortalama $7,9\text{ W/m}^2$ 'dir. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dış ortam sıcaklığında, yüzeyde dış ortama doğru ilerledikçe ısı köprüsü bölgesine yaklaşıldıkça ısı akımı değeri artmaktadır. Çünkü dış ortamdaki ısı akımları sonucu, bu bölgede sıcaklık dağılımı bozulmaktadır. Kesit içerisinde dış ortama doğru ilerledikçe sıcaklık farkının en fazla olduğu bölge, ısı köprüsü bölgesi olduğundan, bu bölgeye yakın yüzeylerde ısı akımı daha yüksektir. (3d) durumunda kiriş önüne yapılan yalıtımla, bu bölgedeki sıcaklık daha kararlı bir hale getirilerek yüzeye olan ısı akımları azaltılmaktadır.



a)

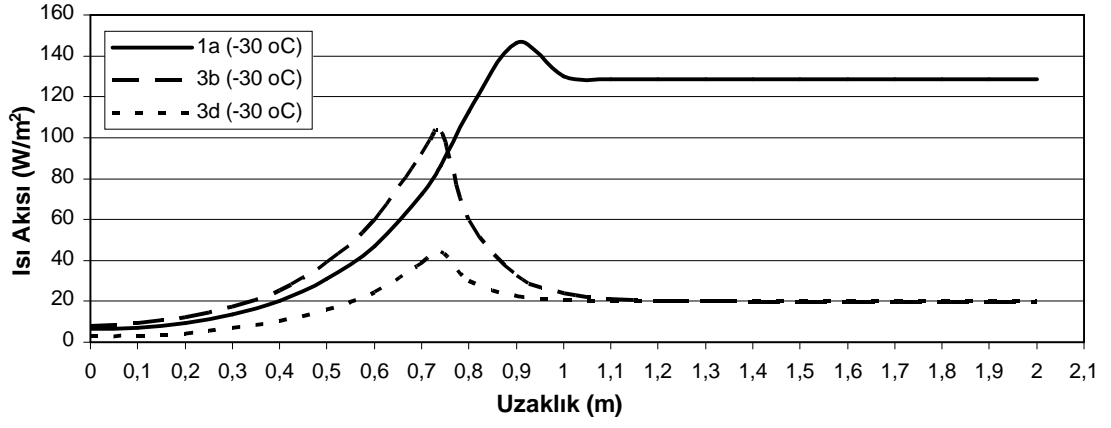


b)

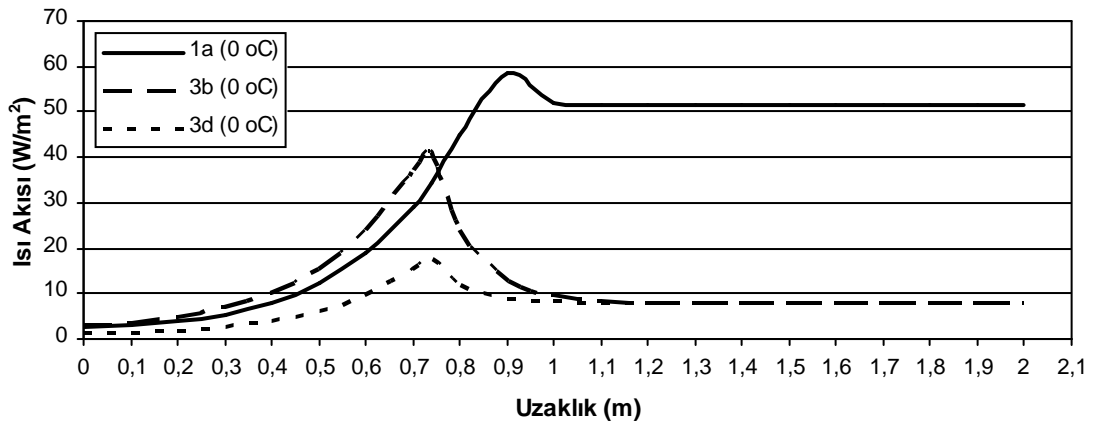


c)

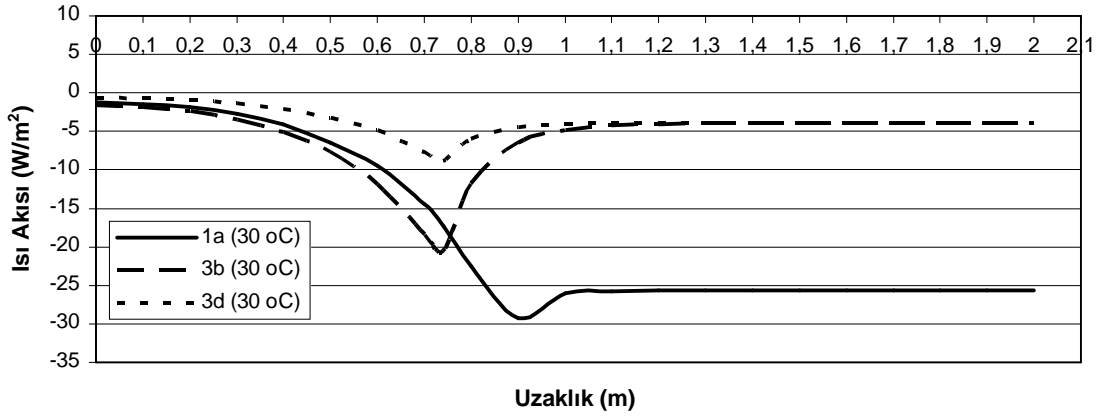
ekil 5.82 a) $-30^\circ C$ b) $0^\circ C$ ve c) $30^\circ C$ dı ortam sıcaklıklarında 1a, 3b ve 3d için üst kat yüzey ısı akısı de iimleri



a)



b)



c)

ekil 5.83 a) -30 °C b) 0 °C ve c) 30 °C dı ortam sıcaklıklarında 1a, 3b ve 3d için alt kat yüzey ısı akısı de iimleri

5.4.4 Dıştan Yalıtımlı Farklı Dış Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

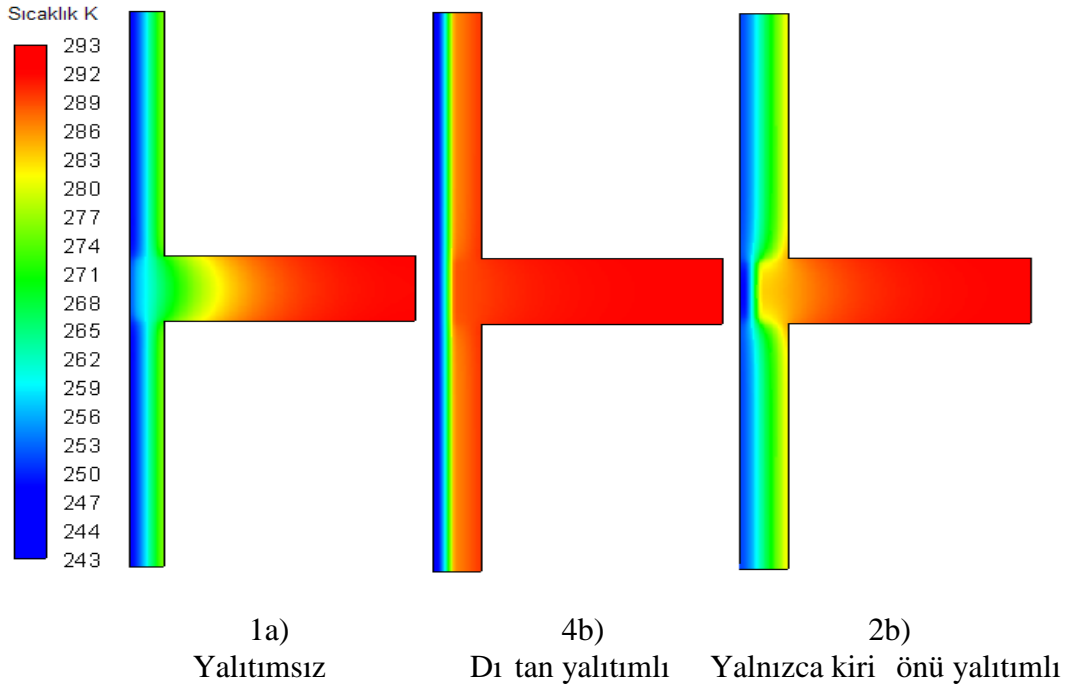
Şekil 5.84'de -30°C , Şekil 5.86'da 0°C ve Şekil 5.87'de 30°C dış ortam sıcaklıklarında dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blokta oluşan sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Şekil 5.85'de dıştan 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar bloğunun model yapısı gösterilmektedir. Yalıtımın dıştan kesintisiz uygulanması durumunda; dış ortam sıcaklığı iken (-30°C ve 0°C), yalıtıma kadar yapı kesiti soğuk ve mavi renk, yalıtımdan sonraki yapı kesiti sıcak ve kırmızı renk almaktadır. Dış ortam sıcaklığı iken (30°C), yalıtıma kadar yapı sıcak ve kırmızı renk, yalıtımdan sonra yapı soğuk ve mavi renk almaktadır. Çünkü yalıtım, iç ortama olan ısı iletimini azaltmaktadır. Yalıtımın yalnız dıştan ve kiriş kısmında olduğu durumda, yalıtım; kiriş ve kirişten olan ısı iletimini azalttıktan sonra, kirişteki sıcaklık dış ortam sıcaklığından çok daha az etkilenmektedir. Bu etkilenme, yalnızca kirişin duvar kesiti kısmında, kirişten soğuk duvara olan yanal ısı akımlarından kaynaklanmaktadır.

Şekil 5.88'de a) -30°C , b) 0°C ve c) 30°C dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dıştan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiriş önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kirişli duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. -30°C dış ortam sıcaklığında, dıştan yalıtımlı (4b) durumunda dış duvar yüzey sıcaklığı $243,93\text{ K}$ iken kiriş kısmında 244 K 'e çıkmaktadır. Kiriş ve duvar yüzey sıcaklıkları birbirine çok yakın olduklarından önemli bir fark teşkil etmemektedirler. Bu nedenle yapıların birbirleri arasında yanal ısı akımları yok denecek kadar azdır. Yalıtımın dıştan kısmında bir bütün olarak uygulanmadığı modellerde, yapıda dış ortama doğru ilerledikçe yalıtımın durumuna göre; duvarlardan kiriş kısmına veya kirişten duvarlara, dış yüzeyde ise kirişten duvarlara yanal ısı akımları mevcuttur. Yalıtımın dış yüzeyde bir bütün olarak uygulanması ile bu yanal ısı akımları ortadan kalkmakta ve homojen bir sıcaklık dağılımı elde edilmektedir. Aynı dış ortam sıcaklığında (-30°C), (2b) durumunda ise dış duvar yüzeylerinde sıcaklık, $247,3\text{ K}$ iken kiriş kısmında 244 K 'e düşmektedir. Yalıtımın alt ve üst kısımlarında sıcaklık 248 K 'e sıçramaktadır. Sıcaklık dağılımındaki bu farklılıklar, yapıda termal gerilmeler oluşurarak sıvada çatlak ve dökülmeler oluşmasına neden olmaktadır. 0°C dış ortam sıcaklığında, dıştan yalıtımlı (4b) durumunda dış duvar yüzey sıcaklığı $273,37\text{ K}$ iken kiriş kısmında $273,4\text{ K}$ 'dir. Dış ortam sıcaklığı arttıktan sonra, iç ortamdan olan ısı iletimi azalmaktadır. Bu nedenle, -30°C dış ortam sıcaklığına göre kiriş ve dış duvar yüzey sıcaklığı arasındaki fark da azalmaktadır. Yalnızca kiriş önünün yalıtımlı olduğu (2b) durumunda ise dış duvar

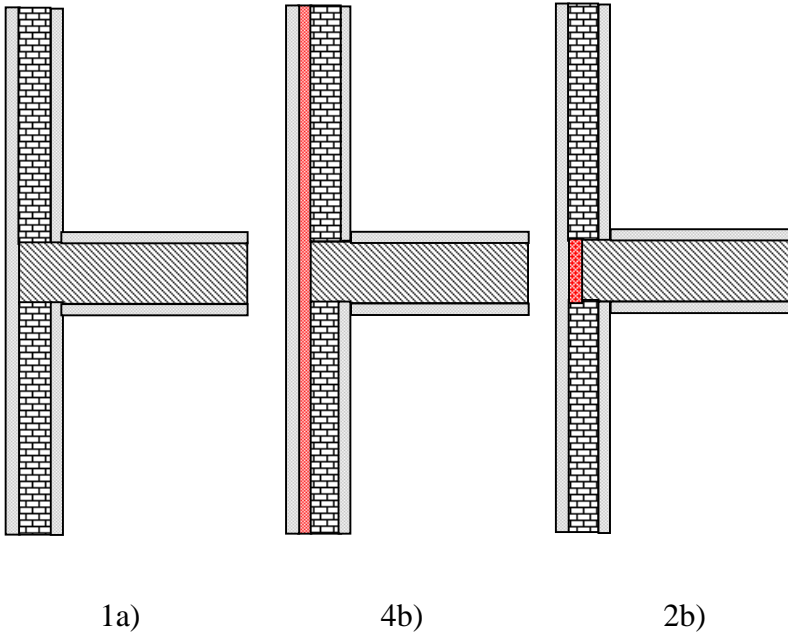
yüzey sıcaklığı 274,72 K, kiri kısmındaki sıcaklık ise 273,39 K'dir. Yalıtımın alt ve üst kısmındaki sıcaklıklar ise 275 K'dir. 30 °C dış ortam sıcaklığında, yalıtımsız (1a) durumunda dış duvar yüzey sıcaklıkları 301,89 K iken dıştan yalıtımlı (4b) durumunda 302,81 K'dir. Dış ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark (10 K) azaldığından, dış duvar yüzey sıcaklıkları arasındaki fark da azalmaktadır. (2b) durumunda, dış duvar yüzey sıcaklığı 302,13 K'dir. Yalıtımsız duvardan, iç ortama ısı geçişini arttırdığından dış duvar yüzey sıcaklığı (4b) durumuna göre biraz düşmektedir. Yalıtımlı kiri kısmından duvarlara olan ısı geçişini nedeniyle dış duvar yüzey sıcaklığı (1a) durumuna göre daha yüksek derecede sahip olmaktadır. (2b) durumunda kiri kısmındaki dış yüzey sıcaklığı, yalıtımın iç ortama olacak ısı geçişini engellemesinden dolayı 302,8 K'e çıkmaktadır.

ekil 5.89'da a) -30 °C, b) 0 °C ve c) 30 °C dış ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dıştan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen ısı akısı değerimleri gösterilmektedir.

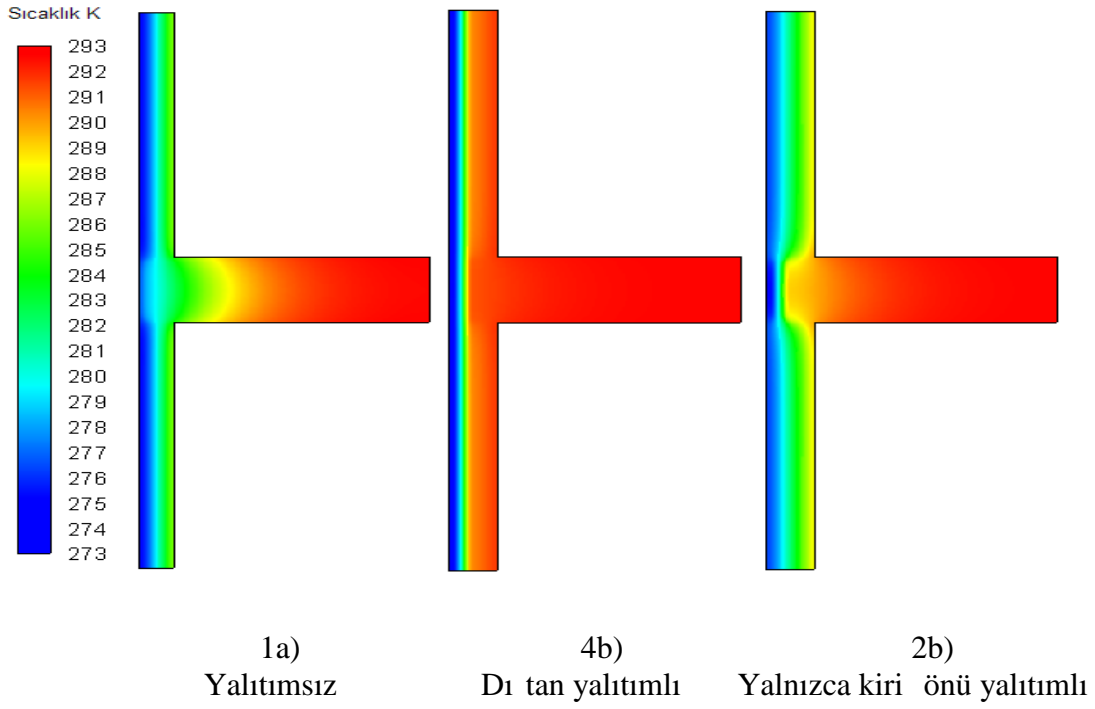
-30 °C dış ortam sıcaklığında, dıştan yalıtımlı (4b) durumunda dış duvar yüzeylerinde ısı akısı 21,8 W/m²'dir. Kiri kısmında ise 23,32 W/m²'ye çıkmaktadır. Yalnızca kiri önünün yalıtımlı olduğu (2b) durumunda ise dış duvar yüzeylerinde 100,2 W/m² gibi yüksek bir ısı akısı vardır. Yalıtımsız duvar yüzeylerindeki bu yüksek ısı akısı, yalıtımlı kiri dış yüzeylerinde 23,22 W/m²'ye düşmektedir. 0 °C dış ortam sıcaklığında, (4b) durumunda dış duvar yüzeylerinde ısı akısı 8,72 W/m²'dir. Kiri kısmında ise 9,33 W/m²'dir. (2b) durumunda ise, -30 °C dış ortam sıcaklığında 100,2 W/m² olan dış duvar yüzey ısı akısı, 40,08 W/m² ye düşmektedir. Aradaki 60 W/m²'lik fark, dış yüzey sıcaklığındaki artmanın sonucudur. Dış yüzey sıcaklığındaki artma, iç ortamdan olan ısı iletimini azalttığından ısı köprüsü etkisini de azaltmaktadır. Isı köprüsü etkisi, düşük dış ortam sıcaklıklarında yani yüksek sıcaklık farklarında (iç ortam ile dış ortam arasında) daha etkili olmaktadır. (2b) durumunda 0 °C dış ortam sıcaklığında, kiri kısmındaki ısı akısı ise 9,28 W/m² ye düşmektedir. 30 °C dış ortam sıcaklığında, (4b) durumunda, dış duvar yüzeylerindeki ısı akısı; 4,36 W/m² iken kiri kısmında 4,66 W/m²'dir. (2b) durumunda ise dış duvar yüzeylerinde 20,04 W/m² olan ısı akısı, kiri kısmında dış ortamdaki ısı akısının azalmasıyla 4,64 W/m²'ye düşmektedir.



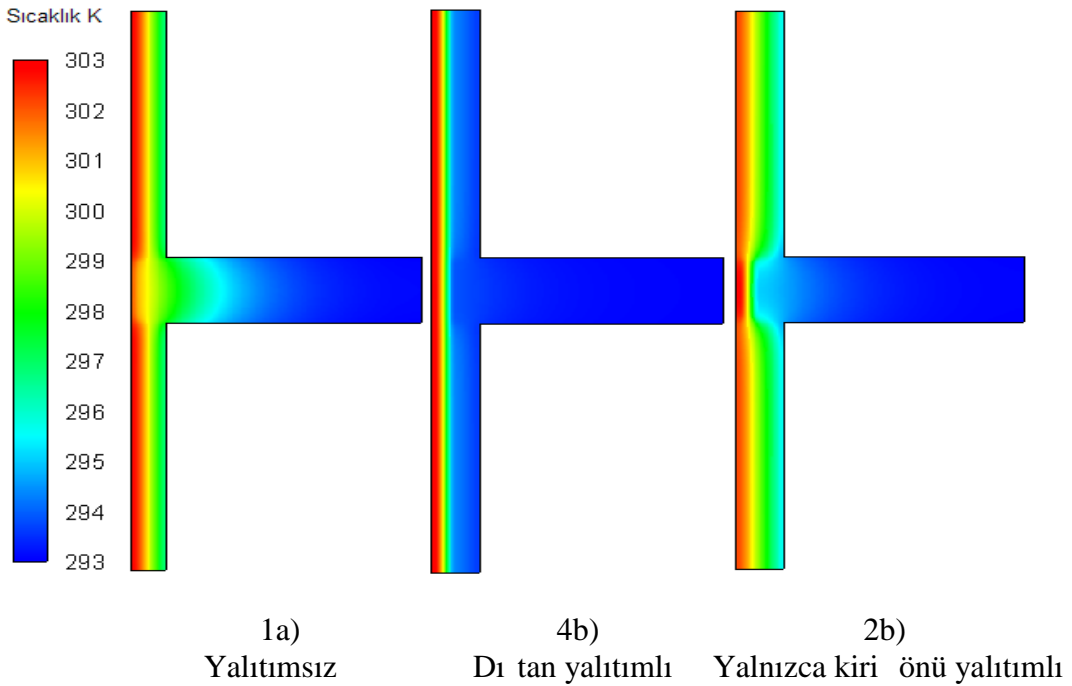
ekil 5.84 -30 °C dı sıcaklık için dı tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



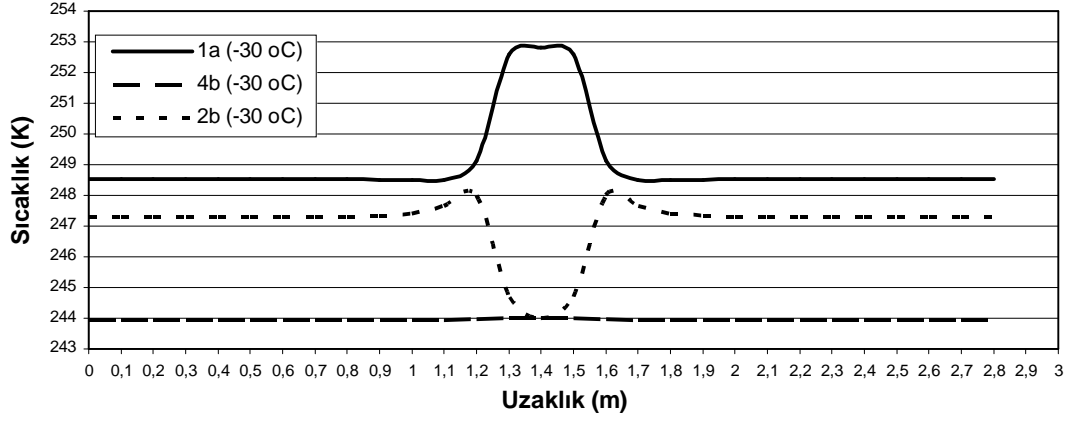
ekil 5.85 D1 tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



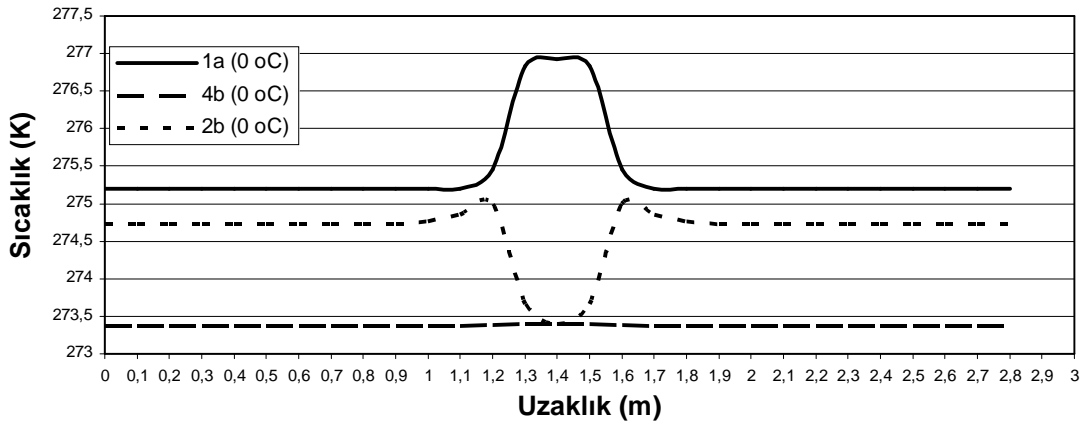
ekil 5.86 0 °C dış sıcaklık için dış tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları



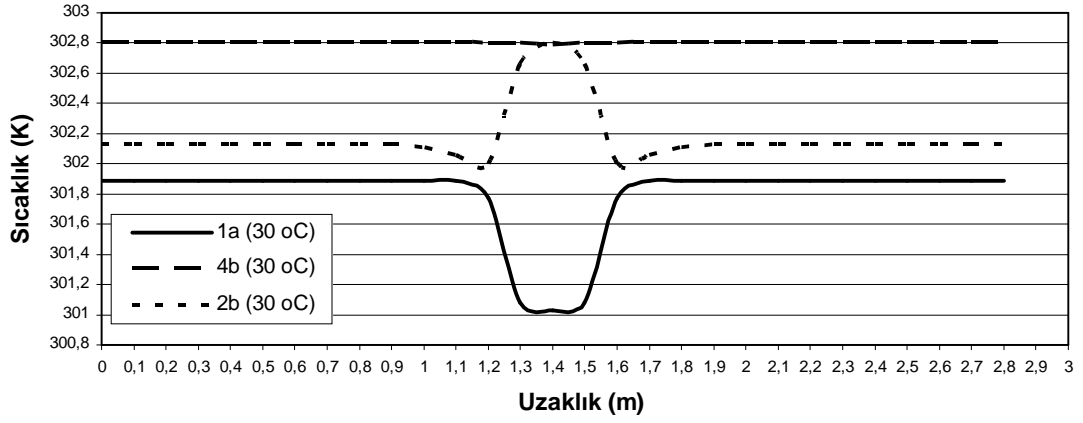
ekil 5.87 30 °C dış sıcaklık için dış tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları



a)

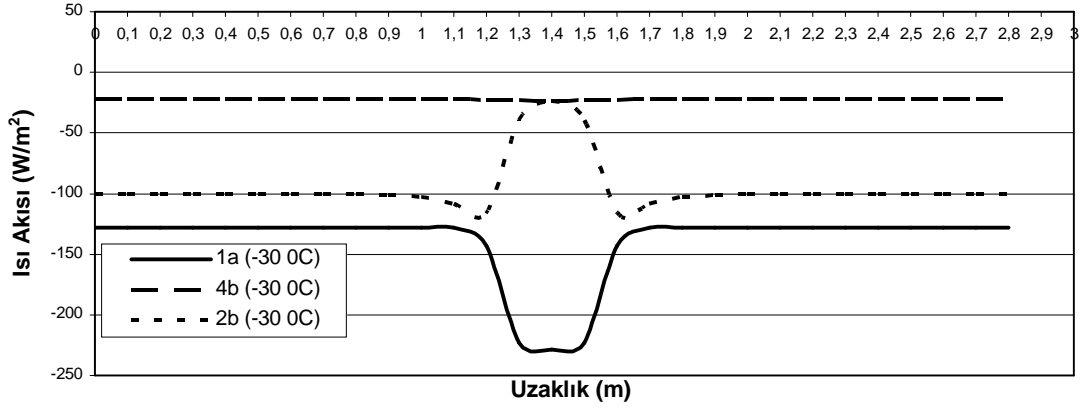


b)

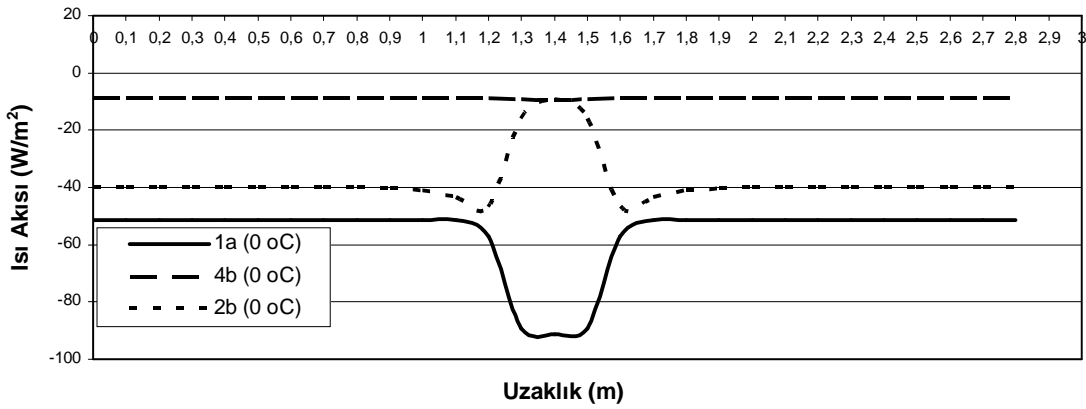


c)

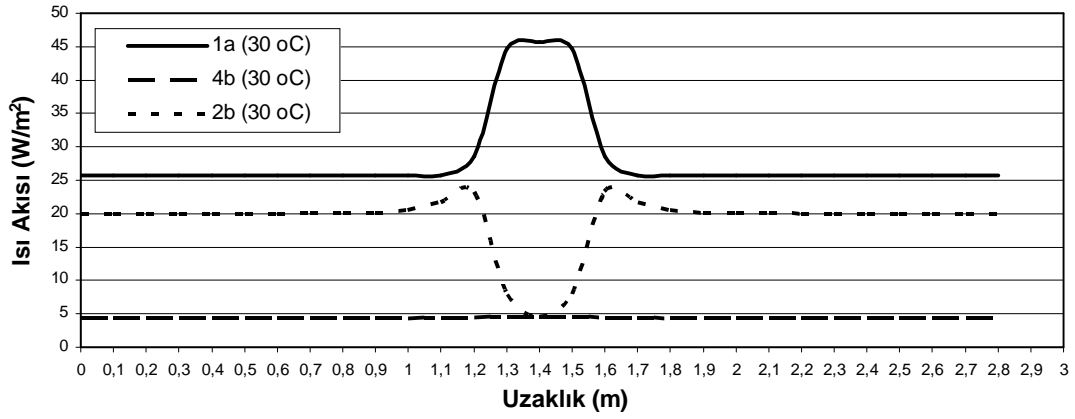
ekil 5.88 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için dı yüzey sıcaklık de iimleri



a)



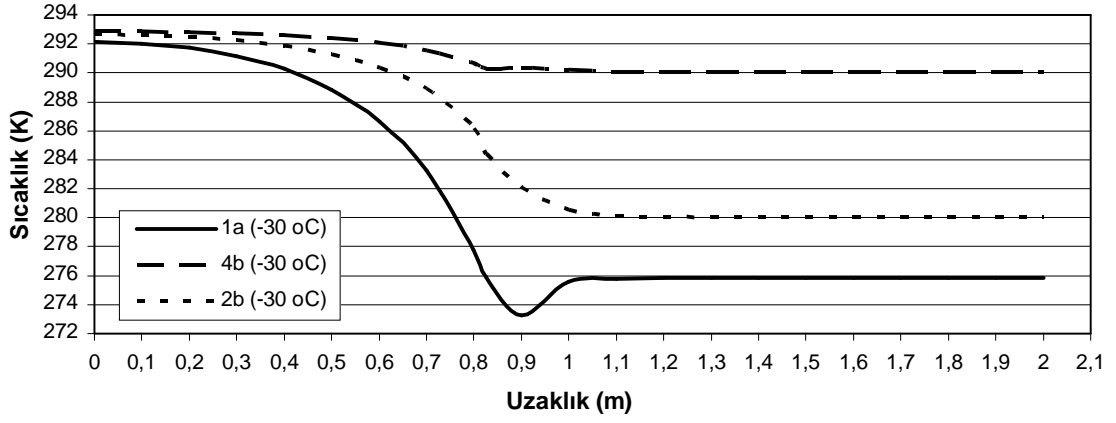
b)



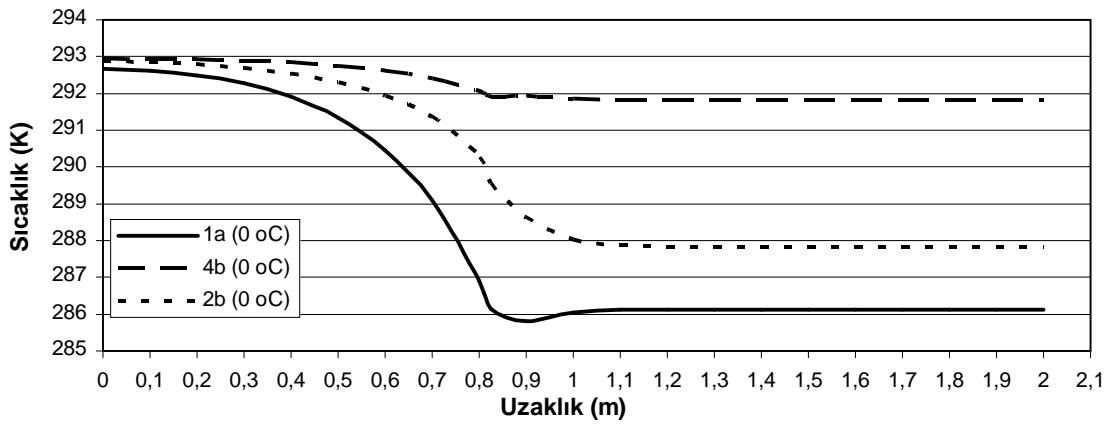
c)

ekil 5.89 a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için dı yüzey ısı akısı de iimleri

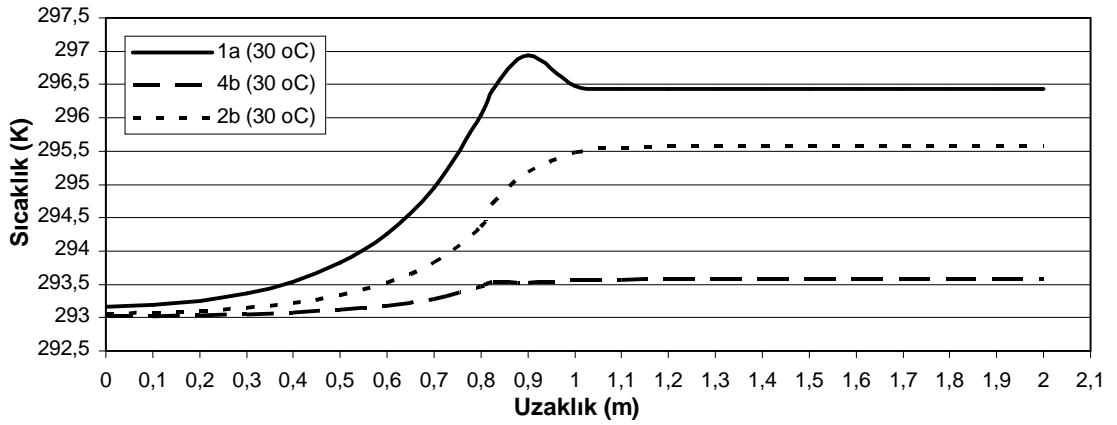
ekil 5.90'da a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dı tan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. ekil 5.91'de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dı tan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, yalıtımsız (1a) durumunda üst kat taban yüzey sıcaklı ı 290 K civarında iken dı tan yalıtımlı (4b) durumunda 292 K ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda 291 K 'dir. (1a) durumunda kö e noktası civarında sıcaklık 273 K , (4b) durumunda 290 K 'dir. Duvar yüzeyinde de sıcaklık, 290 K olarak devam etmektedir. Yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda duvar yüzey sıcaklı ı, 280 K 'dir. Her üç durumda da (1a,4b ve 2b), hem yalıtım eklinden ötürü hem de iç ortam ko ullarından ötürü simetriklik te kil etti inden, alt ve üst kat yüzey sıcaklıkları ve ısı akıları aynı de ere sahiptirler. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, (4b) durumunda üst kat taban yüzey sıcaklı ı, 293 K 'e ve duvar yüzey sıcaklı ı ise 292 K 'e yakla maktadır. Yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda ise 288 K ' dir. (1a) durumunda yalıtımsız olan duvar sıcaklı ı, 286 K 'dir. (2b) durumunda kiri önüne yapılan yalıtım, kiri te biriken ısının yanal ısı kayıplarıyla duvar yüzey sıcaklı ını artırmasını sa lamaktadır. Bu nedenle, (2b) durumundaki yalıtımsız duvar ile aynı durumda olan (1a) durumundaki yalıtımsız duvar yüzey sıcaklı ı, (2b)'deki yalıtımsız duvar yüzey sıcaklı ından daha dü ük olmaktadır. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, (4b) durumunda üst kat taban yüzey sıcaklı ı 293 K 'i a maktadır. Isı, dı ortamdan iç ortama do ru hareket etmektedir. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ı ile kar ıla tırıldı ında, artı nın çok az oldu u görülmektedir. Çünkü dı ortam sıcaklıklarında $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik fark olmasına ra men dı tan kesintisiz olarak uygulanan yalıtım, ısının içeri geçi ini azaltarak yüksek fayda sa lamaktadır. Aynı dı ortam sıcaklı ında ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$), (2b) durumunda üst kat taban yüzey sıcaklı ındaki artı daha fazla olmaktadır. Çünkü yalıtım dı duvar yüzeyi boyunca bir bütün olarak uygulanmadı ından, ısı geçi i tam olarak engellenememektedir. ç ortama, duvar ve duvardan kiri e olan ısı iletimiyle kiri vasıtasıyla ısı geçi i olmaktadır.



a)

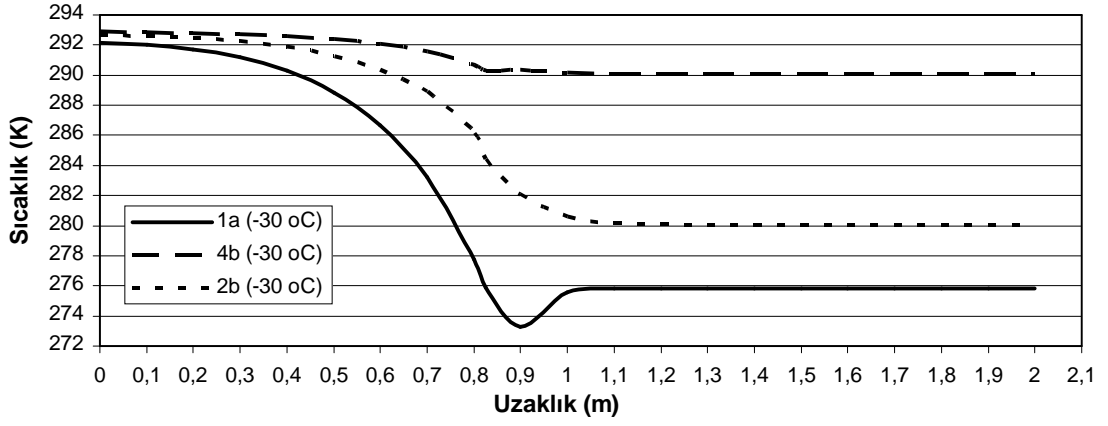


b)

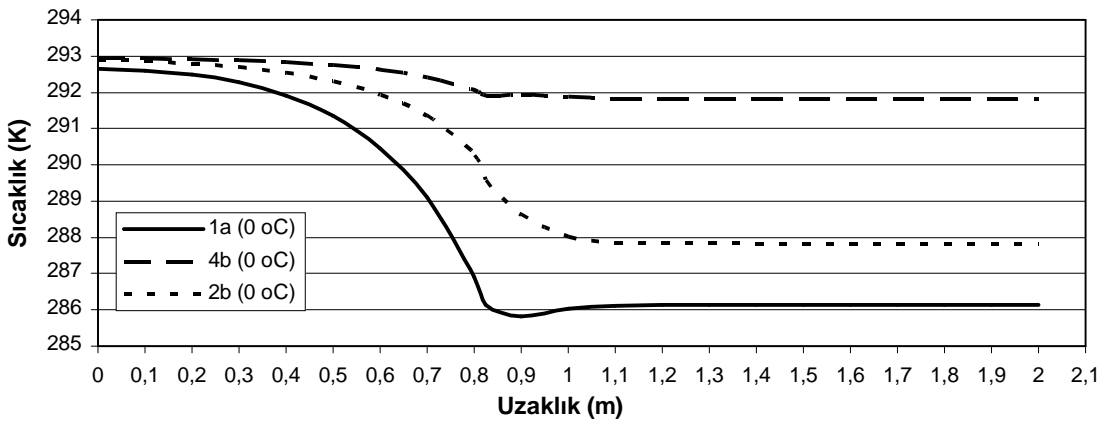


c)

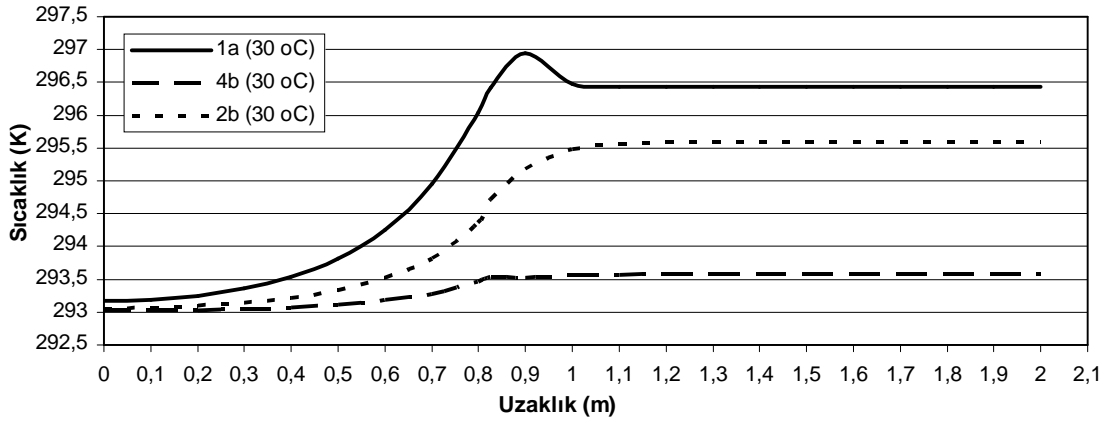
ekil 5.90 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için üst kat yüzey sıcaklık de iimleri



a)



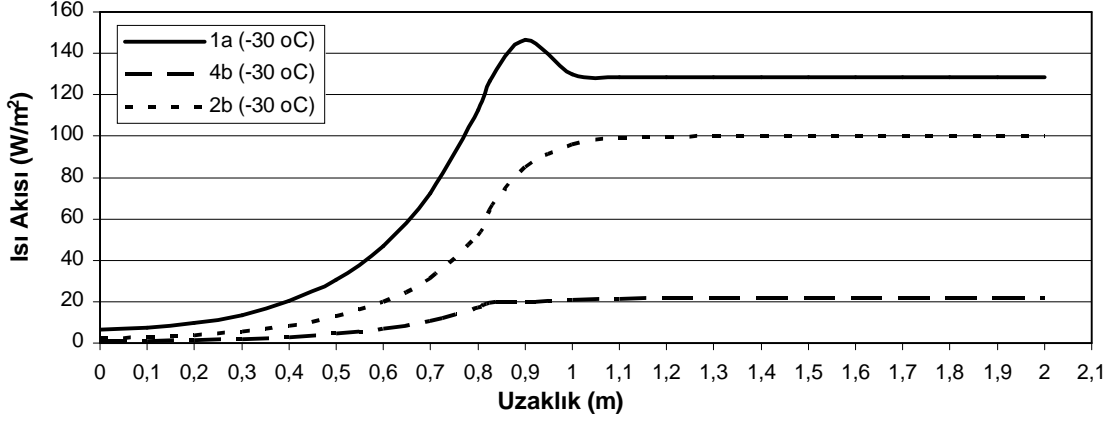
b)



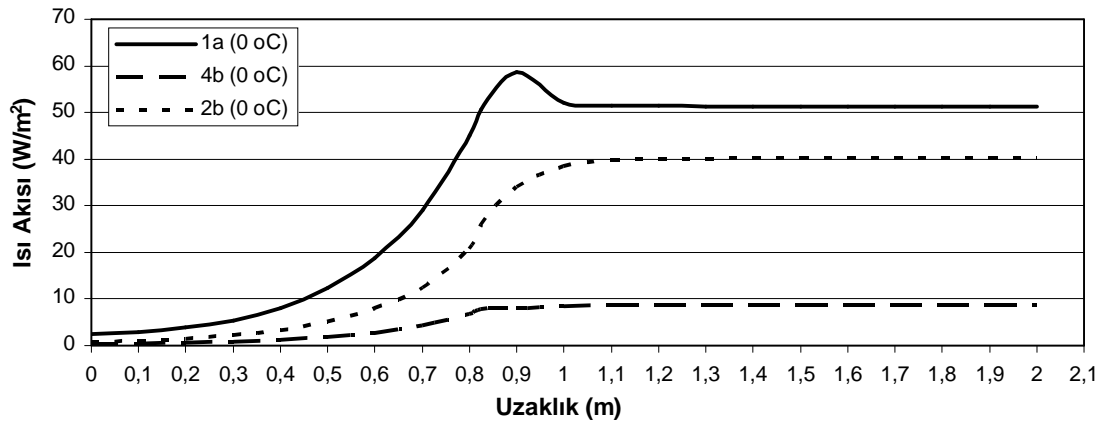
c)

ekil 5.91 a) -30°C b) 0°C ve c) 30°C dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için alt kat yüzey sıcaklık de iimleri

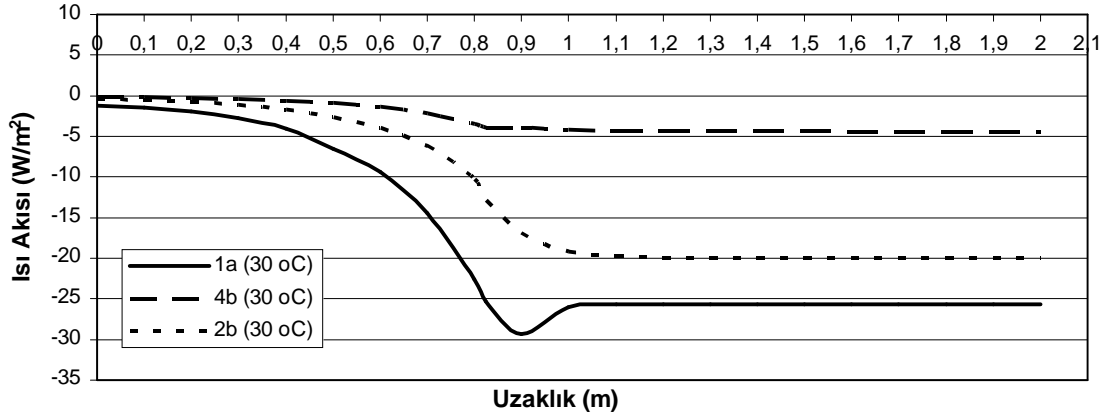
ekil 5.92’de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dı tan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. ekil 5.93’de a) $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, b) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklıklarında yalıtımsız (1a), dı tan yalıtımlı (4b) ve yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) modelleri için ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, yalıtımsız (1a) durumunda duvar yüzeyindeki ısı akısı 128 W/m^2 iken dı tan yalıtımlı (4b) durumunda 22 W/m^2 , yalnızca kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda ise 100 W/m^2 ’dir. (4b) durumunda dı tan tüm yüzeye uygulanan yalıtım, iç ortamdaki olan ısı iletimini yaklaşık 6 kat azaltmaktadır. (2b) durumundaki azalma ise, kiri in duvarı beslemesinden kaynaklanmaktadır. (4b) durumunda kö e noktasında olu an ısı akısı, $19,71\text{ W/m}^2$ iken (1a) durumunda 146 W/m^2 ’dir. Isı köprüsün etkisi de oldukça yüksek bir oranda azaltılmaktadır. (2b) durumunda kö e noktası ısı akısı 65 W/m^2 ’dir. (4b) durumunda yalnız ısı köprüsü etkisi engellenmemekte aynı zamanda duvarlara ve kiri e ısı depolama özelli i kazandırılarak, yapının geç ısınıp geç souması sa lanmaktadır. Konfor ko ullarının sa lanması açısından bu istenen bir durumdur. Çünkü bu özelli in kazandırılmadı ı yapılarda, ısı kayna ı kapatıldı ında yapı kısa sürede so umakta ve dolayısıyla konfor ko ulları sa lanmamaktadır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, dı tan yalıtımlı (4b) durumunda yüzey ısı akısı oldukça azalmaktadır. Dı ortam sıcaklı ının artması, iç ortamdaki yüzeylerden olan ısı akısını azaltarak, yüzey sıcaklı ının artmasını sa lamaktadır. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dı ortam sıcaklı ında, (4b) durumunda ısı akısı yüzey boyunca dı ortama do ru ilerlendikçe ısının iç ortama geçi kısmına yakla ıldı ından artmaktadır. Isı akısı, kö e noktasında $3,94\text{ W/m}^2$, (2b) durumunda ise $12,93\text{ W/m}^2$ ’dir. (2b) durumunda kö e noktasından uzakla ıldı ında ısı akısında sıçrama meydana gelerek $19,21\text{ W/m}^2$ de erine çıkmaktadır. Daha sonra duvarda, 20 W/m^2 de eri ile devam etmektedir. Bu artı , kiri teki yalıtımlı bölgeden uzakla ılmasından kaynaklanmaktadır.



a)

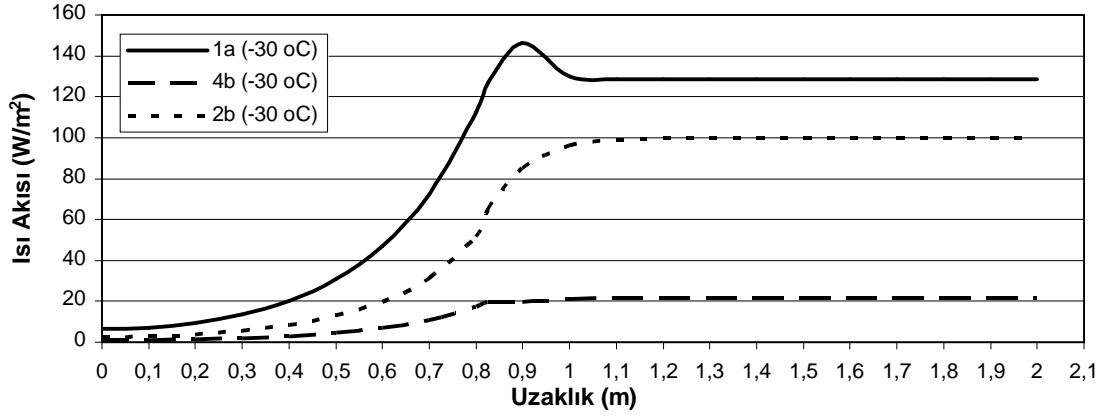


b)

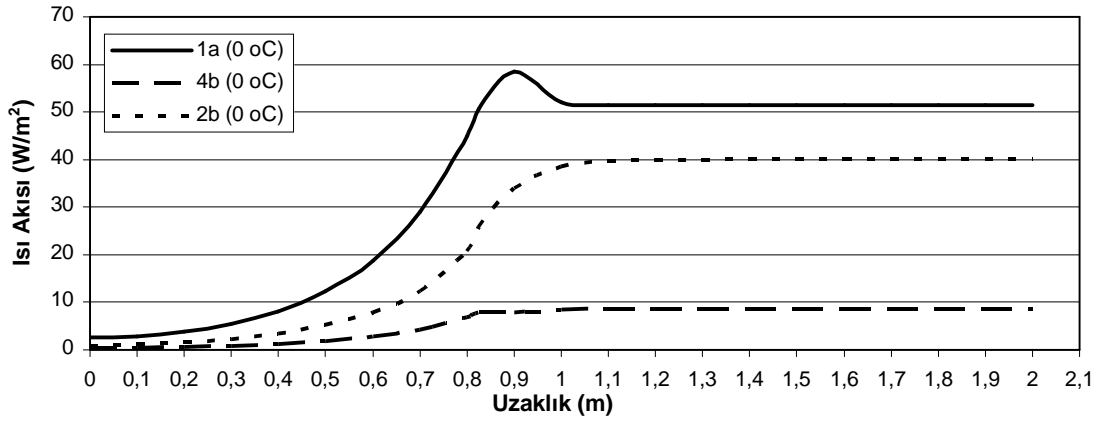


c)

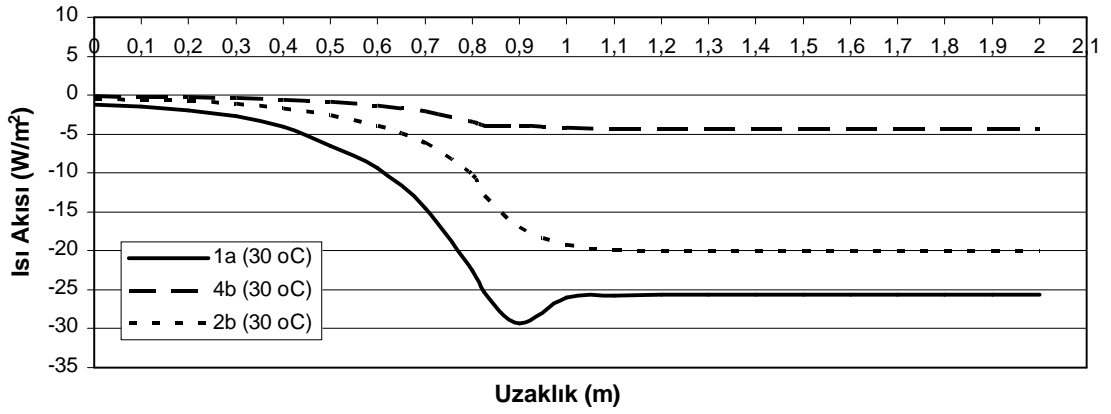
ekil 5.92 a) -30 oC b) 0 oC ve c) 30 oC dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için üst kat yüzey ısı akısı de iimleri



a)



b)



c)

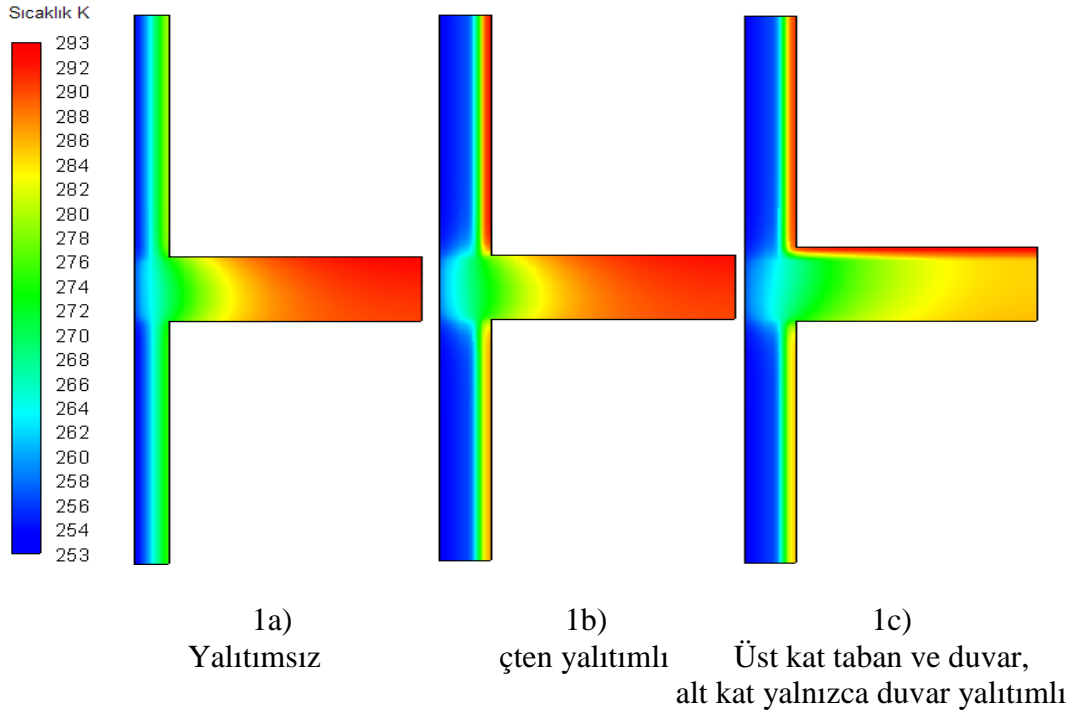
ekil 5.93 a) $-30^\circ C$ b) $0^\circ C$ ve c) $30^\circ C$ dı ortam sıcaklıklarında 1a,4b ve 2b için alt kat yüzey ısı akısı de iimleri

5.5 Katlar Arası Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

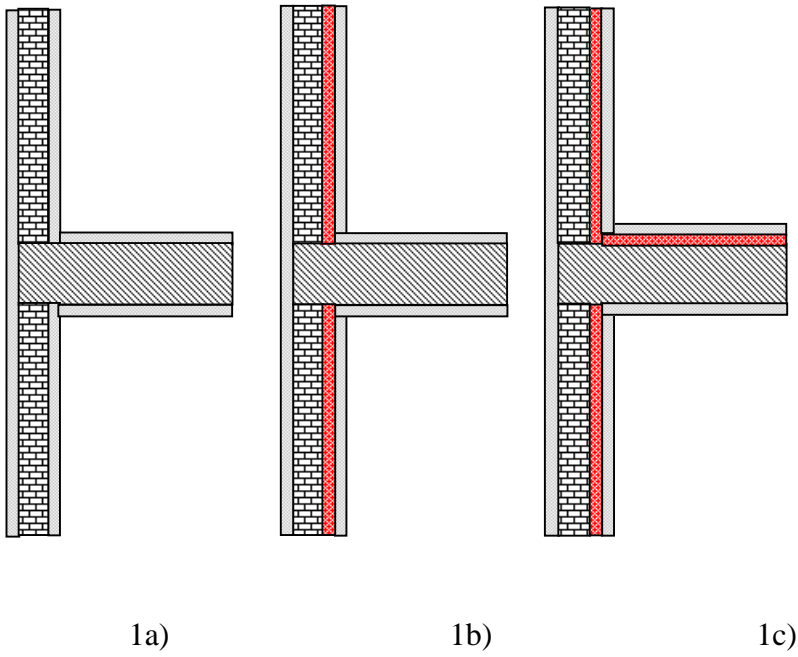
Modellerde, yalıtımın içten, dıştan ve kiri önü, sandviç ve dıştan uygulanması durumunda yalıtımın yerleri değiştirilerek elde edilen farklı geometrilerden oluşan ara kat kiri li duvar blokta üst kat ve alt kat iç ortam sıcaklığı değiştirilerek, iç ortam sıcaklığının ısı köprüsünün sıcaklık dağılımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sınır koşulları olarak dış ortam sıcaklığı $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ısı ta nım katsayısı $25\text{ W/m}^2\text{K}$, üst kat iç ortam sıcaklığı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ısı ta nım katsayısı sırasıyla $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $8\text{ W/m}^2\text{K}$, alt kat iç ortam sıcaklığı $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ısı ta nım katsayısı sırasıyla $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $8\text{ W/m}^2\text{K}$ olarak seçilmiştir. Modellere uygulanan yalıtım kalınlığı 5 cm 'dir. Dış yüzeyde, üst kat ve alt kat iç yüzeyinde sıcaklık ve ısı akısı dağılımleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

5.5.1 İçten Yalıtımlı Katlar Arası Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

Şekil 5.94'de içten 5 cm yalıtım kalınlığındaki ara kat kiri li duvar bloğuna farklı iç ortam sıcaklıkları uygulanmak suretiyle oluşan sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Şekil 5.95'de ise modellerdeki yapı elemanlarının yerleşim düzenlerinin gösterildiği model yapısı gösterilmektedir. Modellerin sıcaklık dağılımlarına bakıldığında, üst ve alt kat iç ortam sıcaklıkları farklı olduğundan kiri teki sıcaklık dağılımının simetrikliği bozulmaktadır. İç ortam sıcaklığı daha fazla olan üst kattan iletilen ısı akısı artmaktadır. Bu nedenle üst kattan, alt kata doğru kiri kısmında soğuma meydana gelmekte ve bu nedenle sıcaklık dağılımında renk açılmaktadır.



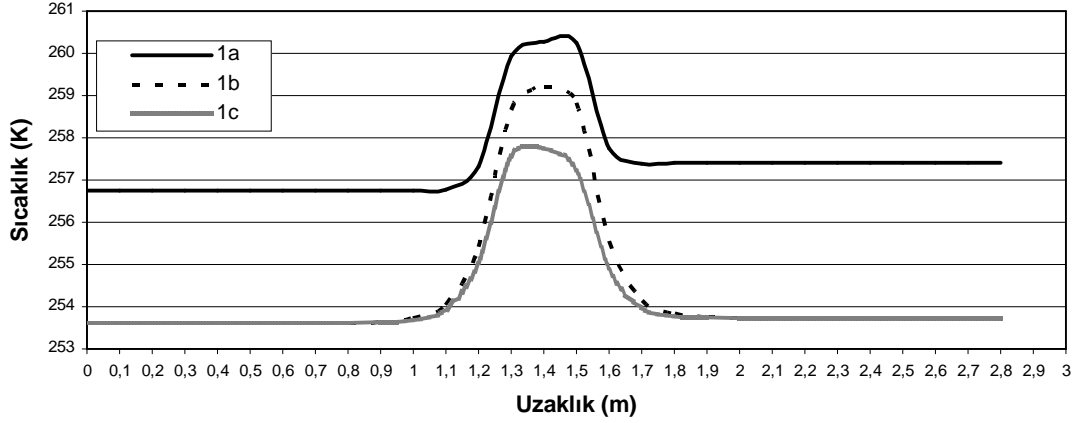
ekil 5.94 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar bloкта sıcaklık dağılımları



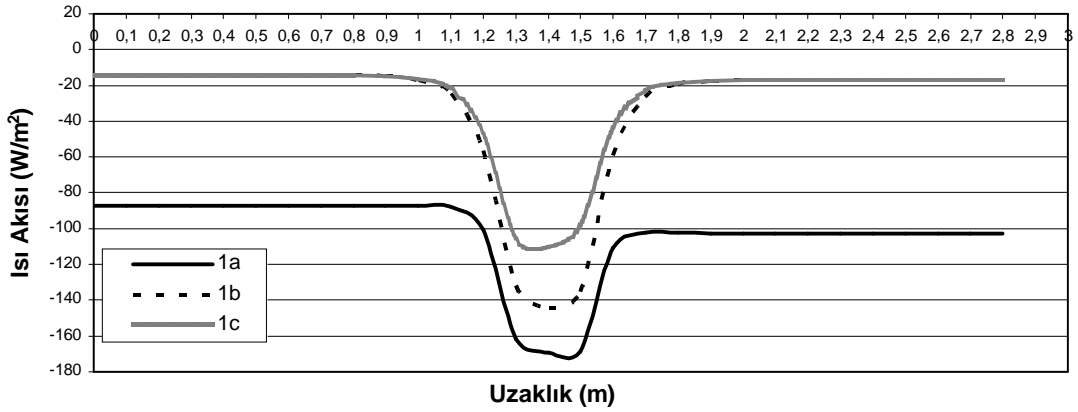
ekil 5.95 5 cm yalıtımlı ara kat kirişli duvar blok için model yapısı

ekil 5.96'da içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda alt kat dı duvar yüzeyinde sıcaklık 256,75 K iken kiri kısmında 260 K'e çıkmaktadır. ç ortam sıcaklı ı daha fazla olan üst katın dı duvar yüzeyinde sıcaklık 257,41 K'dir. çten yalıtımlı (1b) durumunda, iç duvara yapılan yalıtımdan ötürü alt kat dı duvar yüzey sıcaklı ı 253,61 K'e dü mektedir. Sıcaklık, yalnız kiri kısmına do ru artmaya ba lamakta ve kiri te 259 K'e kadar çıkmaktadır. Kiri kısmından yalıtımlı duvar yüzeyine do ru ilerlendi inde sıcaklık, azalmaya ba lamakta ve 253,72 K'e dü mektedir. Üst kat taban ve duvar, alt kat yalnızca duvar yalıtımlı (1c) durumunda, iç ortam sıcaklı ı fazla olan üst katın tabanına da yapılan yalıtım sonucu, kiri kısmında daha dü ük sıcaklık elde edilmektedir. Bu durumda sıcaklık, 257,74 K olmaktadır. Alt ve üst kat için dı duvar yüzey sıcaklıkları ise de i memekte ve (1b) durumunda elde edilen de erlerdedir.

ekil 5.97'de içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de iimleri gösterilmektedir. Yalıtımsız durum olan (1a) modelinde, alt kat duvar yüzeyinde ısı akısı 87,34 W/m², üst kat duvar yüzeyinde 102,75 W/m²'dir. Kiri kısmında ise 169 W/m²'ye kadar çıkmaktadır. (1b) durumunda kiri kısmında 144 W/m²'ye dü mektedir. Alt kat iç ortam sıcaklı ının dü ük olmasından dolayı alt katın dı duvar yüzey ısı akısı 14,39 W/m², üst katın ısı akısı ise yüksek iç ortam sıcaklı ının neden oldu u yüksek ısı transferi ile 16,94 W/m² olmaktadır. (1c) durumunda, üst kata uygulanan taban yalıtımının da etkiyle kiri kısmında ısı akısı, 127 W/m²'ye dü mektedir. Yalıtımsız (1a) durumuna göre, (1b) ve (1c) durumlarında kiri kısmında ısı akıları dü mesine ra men hala yüksek seviyelerdedir. Çünkü kiri kısmından olan ısı kaybına herhangi bir önlem alınmamaktadır.



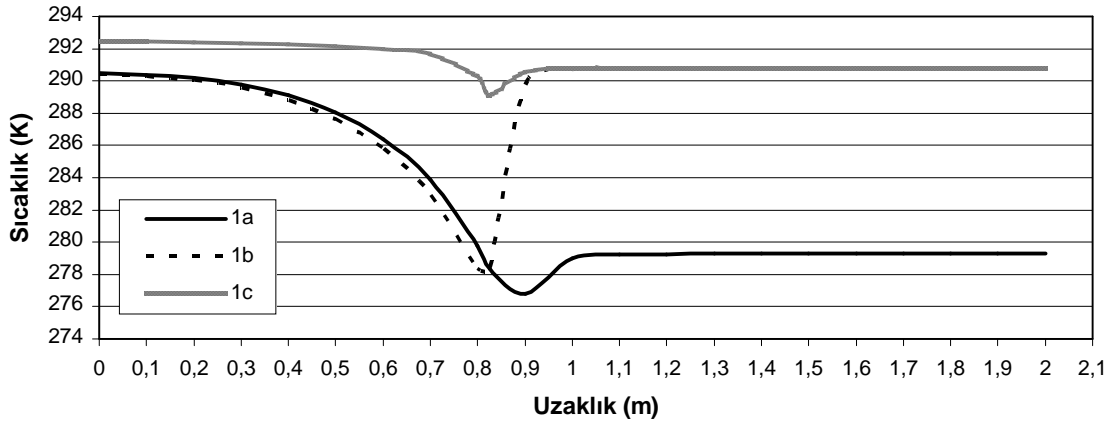
ekil 5.96 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de i imleri



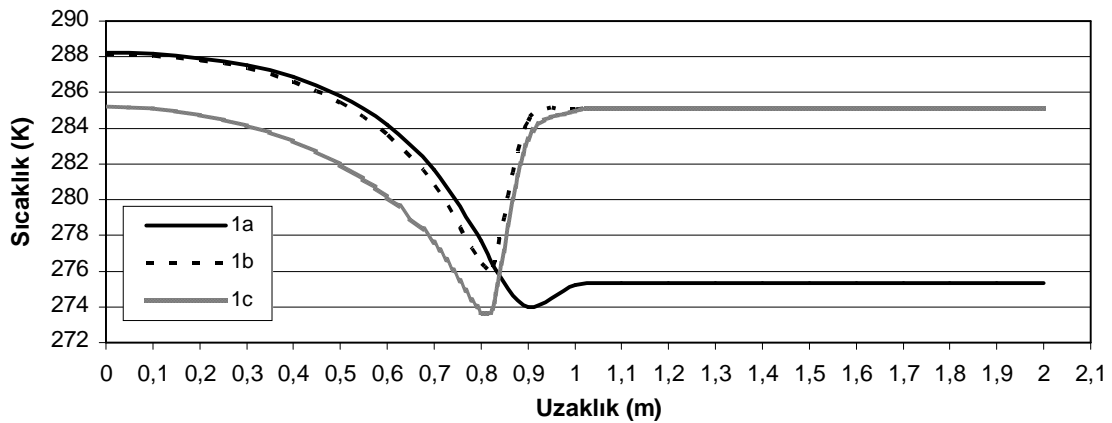
ekil 5.97 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de i imleri

ekil 5.98'de içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri ve ekil 5.99'da içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. çten yalıtımlı (1b) durumunda alt ve üst katta duvarların iç yüzeyine uygulanan yalıtım, duvarların dı ortama do ru olan kesitinde sıcaklı ın dü mesine neden olmaktadır. Bu durumda üst katın taban yüzeyi ve alt katın tavan yüzeyinde sıcaklık, yalıtımsız (1a) durumuna göre ortalama 0,5 K daha dü ük olmaktadır. Yalıtımsız (1a) durumunda, 276 K olan üst kat kö e noktası sıcaklı ı, (1b) durumunda 278 K'e çıkmaktadır. (1b) durumunda üst kat için duvar iç yüzey sıcaklı ı 290 K, alt kat için duvar iç yüzey sıcaklı ı ise 285 K'dir. (1c) durumunda üst kat tabanı da yalıtımlı oldu undan taban yüzey sıcaklı ı ortalama 292,3 K olmaktadır. Yalıtım, üst katın taban yüzey sıcaklı ını artırırken, alt kat tavan yüzey sıcaklı ının dü mesine neden olmaktadır. Çünkü yalıtımla hem üst kattan alt kata olan hem de kiri kesitine

olan ısı iletimi azaldı ndan, kiri le iç ortam arasındaki sıcaklık farkı artmakta ve bu durum da ısı kaybını artırmaktadır. Sonuçta her iki durum da alt kat yüzey sıcaklı ının dü mesine neden olmaktadır.

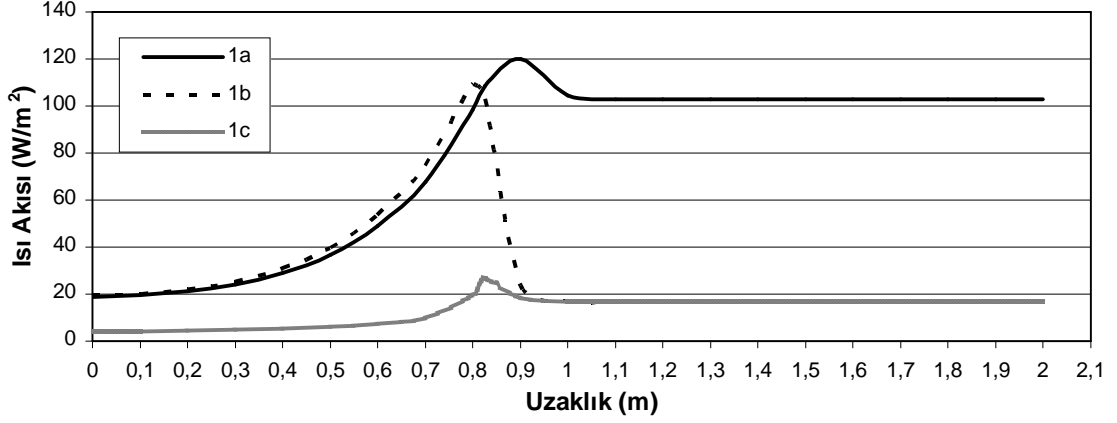


ekil 5.98 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri

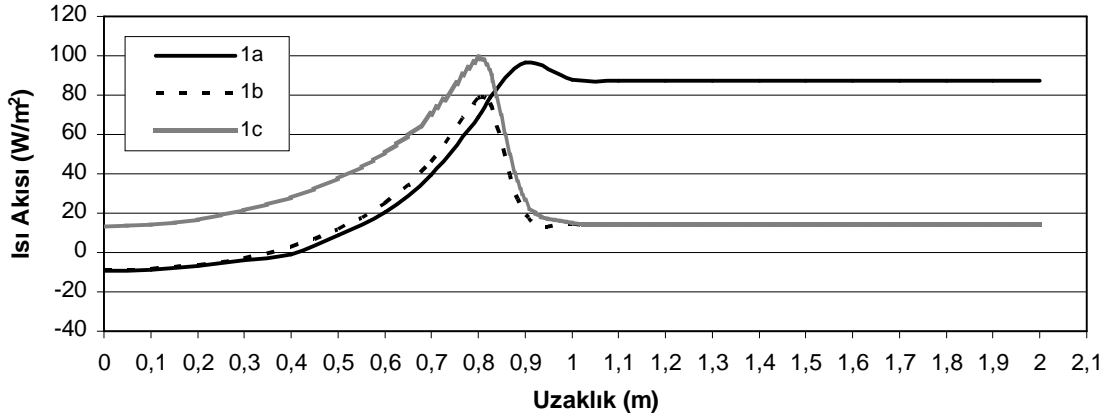


ekil 5.99 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri

ekil 5.100'de içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de i imleri ve ekil 5.101'de içten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. çten yalıtımlı (1b) durumunda üst kat taban yüzeyinde ısı akısı artarken, alt kat tavan yüzeyine bu artı , kazanç ekinde yansımaktadır. Ancak, alt katın tavan yüzeyinde 0,3 m'lik kısımdan sonra dı ortama do ru ilerlendikçe ısı kaybı ba lamaktadır. (1c) durumunda üst kat tabanına yapılan yalıtım, tabandan olan ısı akısını azaltmaktadır. Isı akısındaki bu azalma üst kat tabanında yüzey sıcaklı ının artmasını sa lamaktadır. Ancak kiri in dı ortamla ba lantısı kesilmedi inden yalıtımsız alt kat tavan yüzeyinden olan ısı akısı artmaktadır.



ekil 5.100 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de iimleri



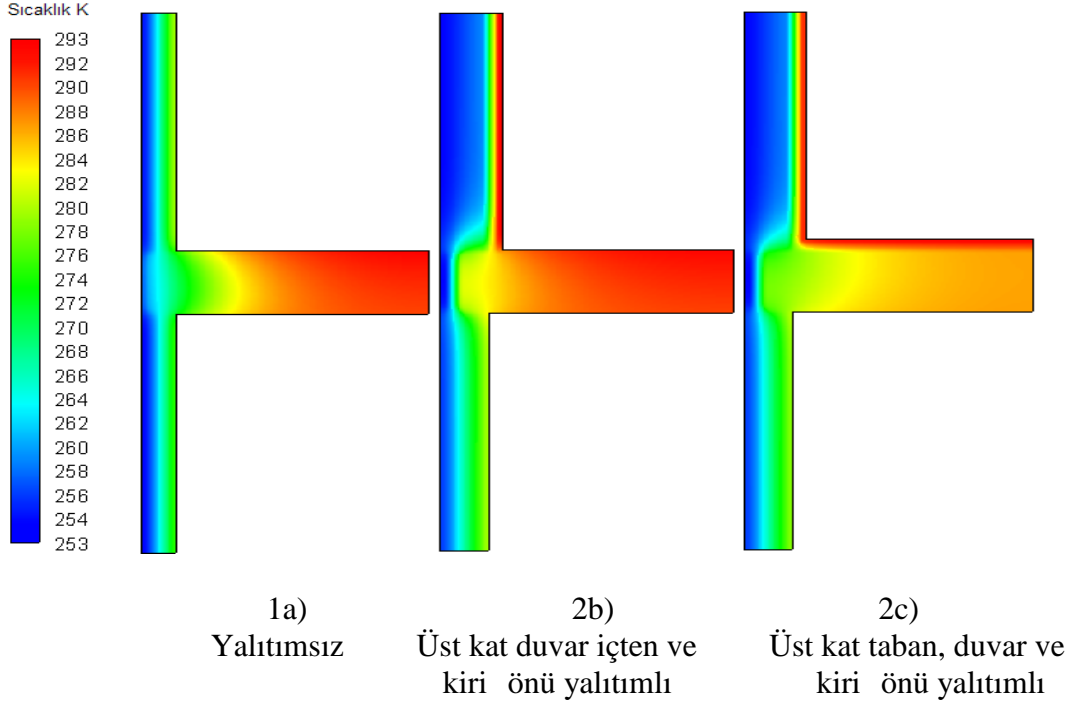
ekil 5.101 çten 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de iimleri

5.5.2 çten ve Kiri Önü Yalıtımlı Katlar Arası Farklı ç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

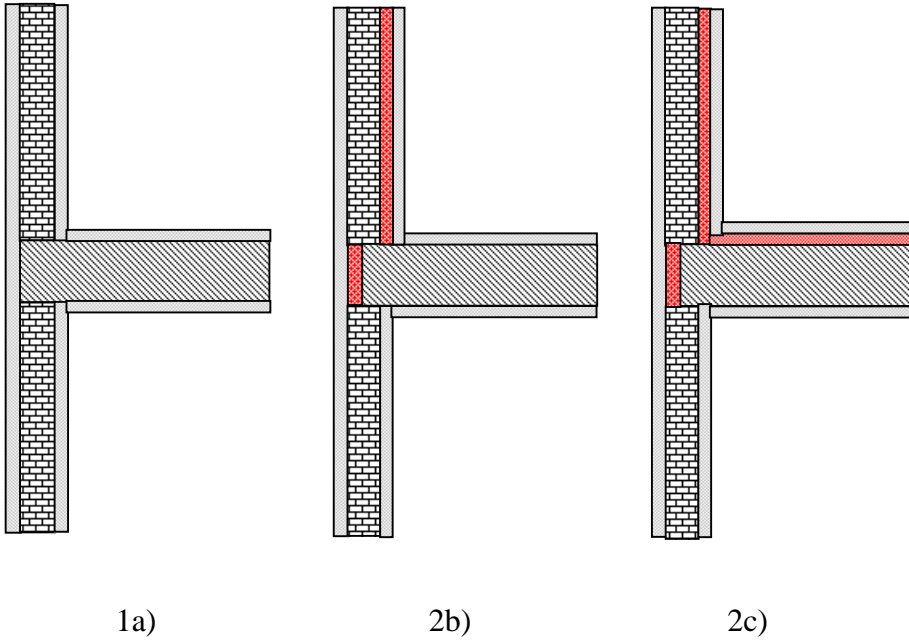
ekil 5.102’de modellere içten yalıtıma ek olarak kiri önüne de 5 cm yalıtım uygulanması durumunda farklı iç ortam sıcaklıklarında olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.103’de model yapısı üzerinde, yapıların yerle im düzenleri gösterilmektedir. Kiri önüne yapılan yalıtım, alt kata göre iç ortam sıcaklı ı daha fazla olan üst kattan dı ortama ısı iletimini azaltmaktadır. Bu durumda ısının, alt kata iletiminde ve böylece alt kat yüzey sıcaklı ında artma meydana gelmektedir. Aynı zamanda kiri te ısı depolanması sa lanmı tır. Bu nedenle kiri , sıcaklık da ılımında daha koyu bir renk almaktadır. Ancak alt kata olan ısı iletimi ve kiri in duvarlar aracılı ıyla dı ortamlarla olan ba ıntısı sebebiyle, kiri önünde so uma neticesinde sıcaklık da ılımında renkte açılma olmaktadır.

ekil 5.104'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Üst kat duvar içten ve kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda, alt kat duvar yüzeyinde sıcaklık 255,92 K'dir. Üst kat duvar yüzeyinde ise 253,71 K'dir. ç ortam sıcaklı ı daha fazla olan üst katta dı duvar yüzey sıcaklı ı daha fazla olması gerekirken daha dü üktür. Çünkü üst kat duvarına yapılan yalıtım, dı ortama olan ısı iletimini azaltmaktadır. Kiri önüne yapılan yalıtımla bu kısımda sıcaklık, yalıtımsız (1a) durumuna göre yakla ık 7 K azalmaktadır. Üst kat taban, duvar ve kiri önü yalıtımlı (2c) durumunda, üst kat tabanına yapılan yalıtımla tabandan olan ısı iletimi azaltıldı ından kiri önünde sıcaklık daha da azalarak 253,6 K olmaktadır. Bu sıcaklık de eri, kiri in orta kısmındaki sıcaklıktır. Kiri in alt ve üst kısımları yalıtımsız olduklarından iç ortamdan olan ısı kayıplarıyla sıcaklıkta sıçramalar görülmektedir. (2c) durumunda duvar yüzey sıcaklıkları de i memekte ve (2b) durumu ile aynı de eri almaktadır.

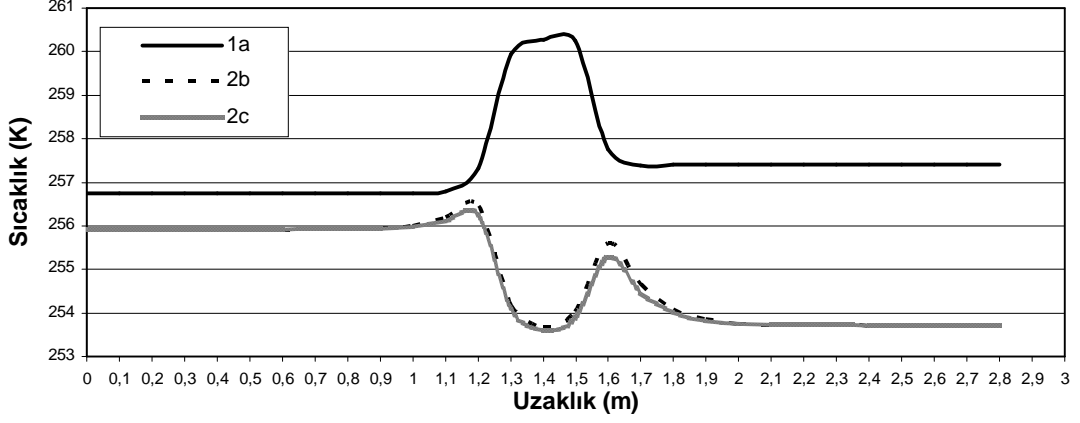
ekil 5.105'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda, kiri te ısı akısı 169 W/m^2 iken (2b) durumunda $15,86 \text{ W/m}^2$ 'ye dü mektedir. (2c) durumunda üst kat tabanına da yapılan yalıtımla kiri teki ısı akısı daha da dü erek 14 W/m^2 olmaktadır. Kiri in dı ortama olan ısı iletiminde ne kadar önemli bir etkiye sahip oldu u buradan anla ılmaktadır. Bu ısı iletimi azaltılmazsa iç ortamda yüzey sıcaklıkları azalacak ve bu durumdan hem iç ortam konfor ko ulları hem de bunun neticesinde insan sa lı ı olumsuz etkilenecektir. Duvar yüzeylerindeki ısı akıları da her iki durumda (2b ve 2c) da yalıtımsız (1a) durumuna göre azalmaktadır. Her iki durumda da üst kat için dı duvar yüzey ısı akısı, $16,7 \text{ W/m}^2$, alt kat yüzey ısı akısı ise $68,13 \text{ W/m}^2$ 'dir.



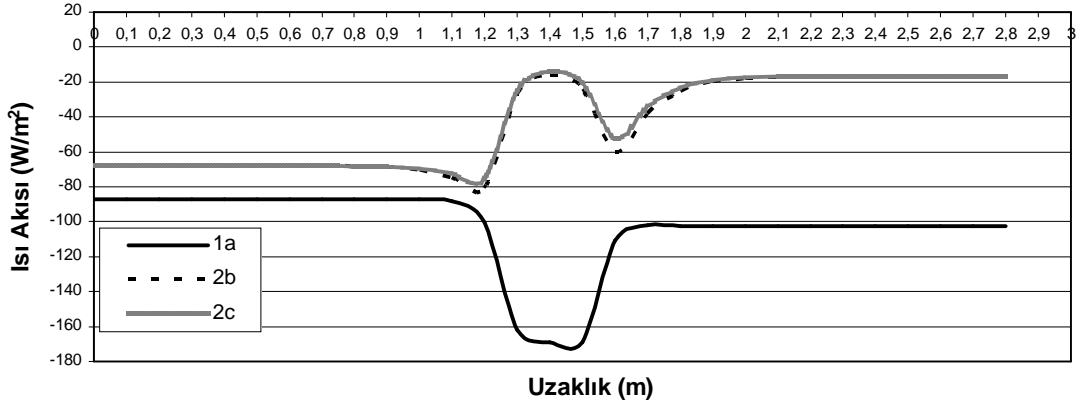
ekil 5.102 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık da ılımları



ekil 5.103 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



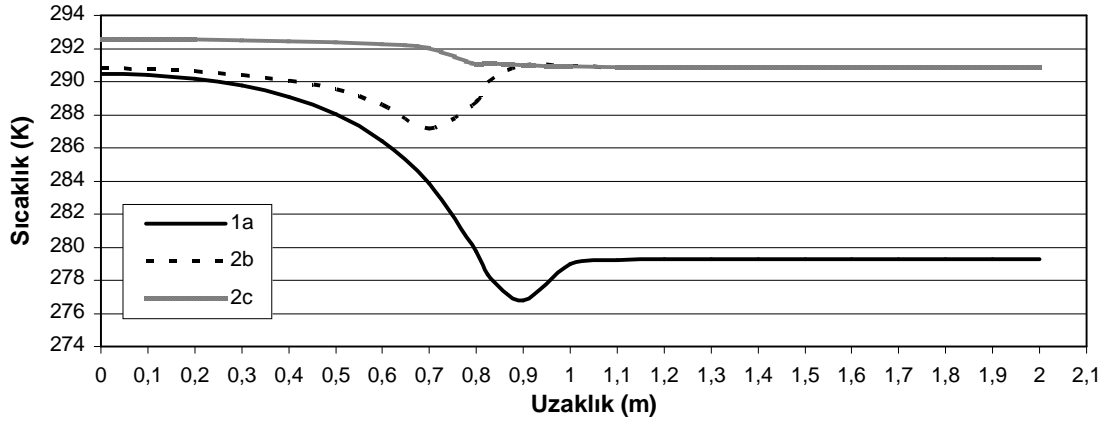
ekil 5.104 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de iimleri



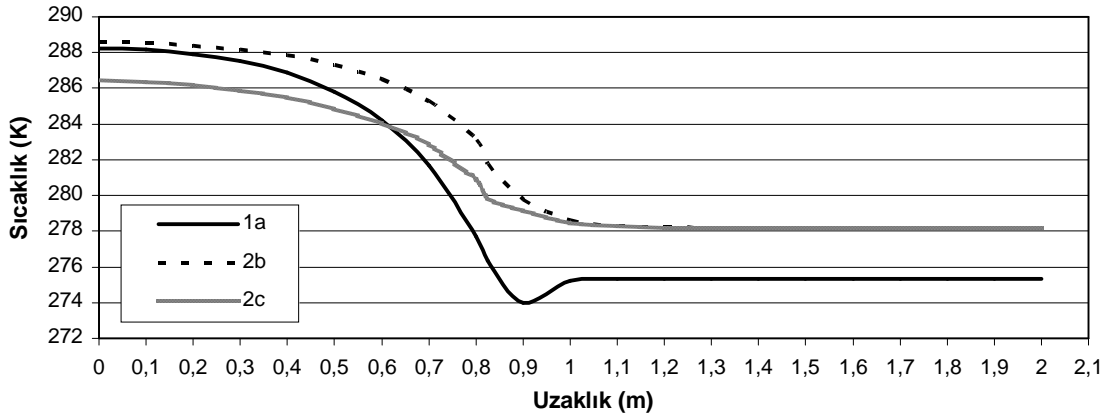
ekil 5.105 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de iimleri

ekil 5.106'da içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. ekil 5.107'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. Üst kat duvar içten ve kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda, üst kat için yüzey sıcaklığı ortalama 290 K civarında iken duvar yüzeyinde 291 K'e yakın bir değer almaktadır. Üst kat tabanından, alt kata olan ısı iletimi ile alt kat yüzey sıcaklığı artmaktadır. Alt kat tavan yüzeyinde 0,5 m'den sonra alt kattan da dış ortama olan ısı iletimi hızlanmakta ve sıcaklık dümeye başlamaktadır. Alt katın duvar yüzeyi yalıtımsız olduğundan sıcaklık oldukça dümekte ve 278 K olmaktadır. İç ortam sıcaklığı ile arasında 9 K'lik fark vardır. (2c) durumunda üst kat tabanına da uygulanan yalıtım ile taban yüzeyinde sıcaklık 292 K'e çıkmaktadır. Bu durumda alt kata olan ısı iletimi azaldığından, alt kat yüzey sıcaklığı dümektedir. Üst kat ve alt kat yüzey

sıcaklıkları arasında yaklaşık 3 K'lik sıcaklık farkı vardır. Yalıtımsız duvar yüzeyindeki sıcaklık ise de i memekte ve 278 K de erini almaktadır.



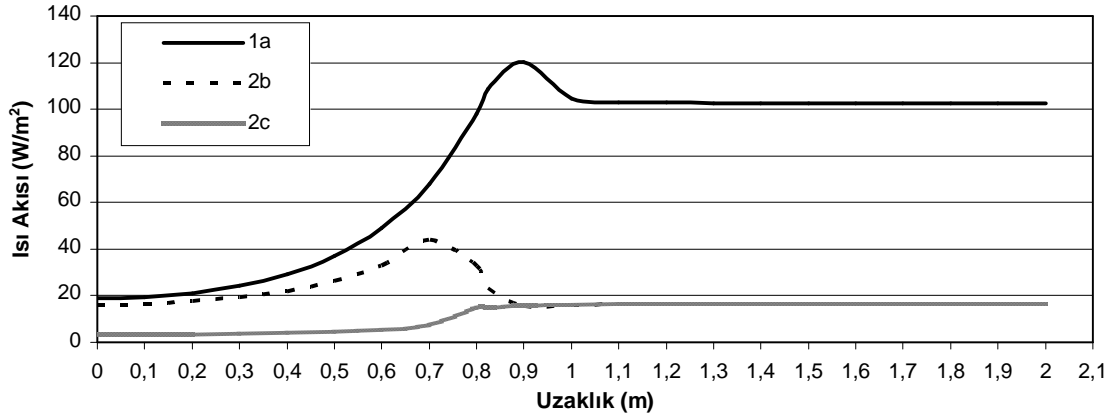
ekil 5.106 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri



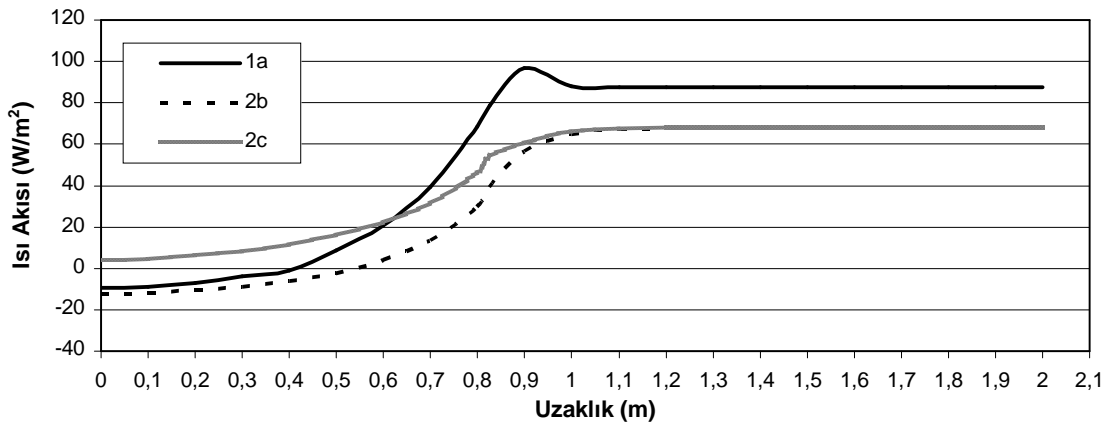
ekil 5.107 çten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri

ekil 5.108'de içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. ekil 5.109'da içten ve kiri önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Üst kat duvar içten ve kiri önü yalıtımlı (2b) durumunda üst kat yüzeyinden hem dı ortama hem de alt kata ısı kayıpları olmaktadır. Yüzeyde dı ortama do ru ilerlendikçe ısı kaybı artmaktadır. Kö e noktasına do ru ısı akısında bir sıçrama görülmektedir. Duvardaki yalıtımdan dolayı kö e noktası civarında ise tekrar azalarak $32,6 \text{ W/m}^2$ olmaktadır. Üst kat duvar yüzeyinde ısı akısı, $16,6 \text{ W/m}^2$ 'dir. Alt kat tavan yüzeyinin ilk 0,5 m'lik kısmında üst kattan olan ısı iletimiyle ısı kazancı olmaktadır. 0,5 m'lik kısımdan sonra dı ortama do ru yakla ıldı ından alt kat

yüzeyinden de ısı kayıpları olmaya başlamaktadır. Alt kat duvar yüzeyinde ise ısı akısı 68 W/m^2 'dir. (2c) durumunda üst kat tabanından olan ısı kayıpları azalmaktadır. Bu durumda alt kat tavan yüzeyinde artık kazanç değil kayıp vardır. Üst kat tabanına da yapılan yalıtım sonucu, köşe noktasında yalıtım bütünlüğü sağlandıktan sonra köşe noktasında ısı akısı azalmaktadır. Dış ortamla direkt temasta olan yalnızca alt kat kaldığından, kiriş kesit sıcaklığı azalmaktadır. Bu durum da alt kat yüzeyinden kirişten olan ısı iletimini artırıcı etki yapmaktadır.



ekil 5.108 çetin ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri



ekil 5.109 çetin ve kiriş önü 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri

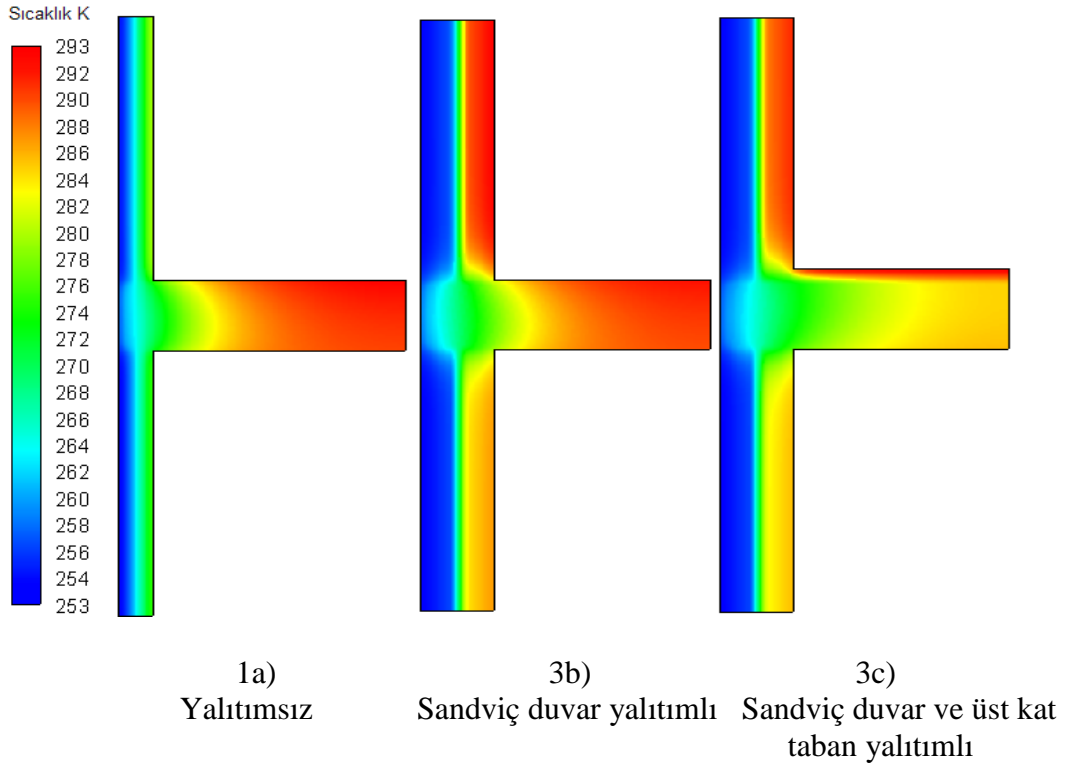
5.5.3 Sandviç Yalıtımlı Katlar Arası Farklı İç Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı

Köprüsünün Sıcaklık Dağılımının İncelenmesi

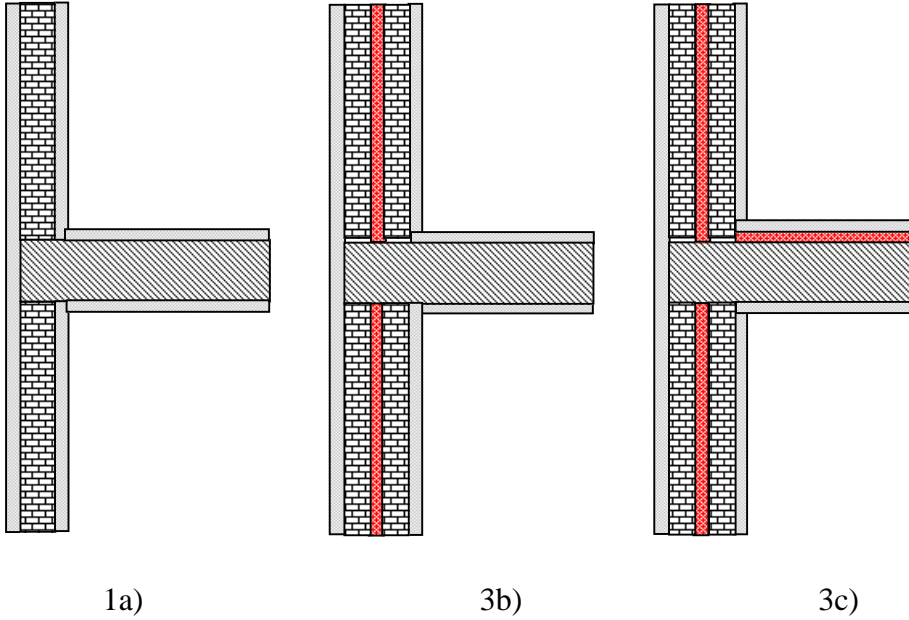
Ekil 5.110'da sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta oluşan sıcaklık dağılımları gösterilmektedir. Ekil 5.111'de model yapısı gösterilmektedir. Sıcaklık dağılımında, sandviç duvar yalıtımlı olan (3b) durumunda, üst kat sıcak olduğundan üst kat duvar kesiti kırmızı renkle gösterilmektedir. Alt kat, üst kata göre daha soğuk olduğundan duvar kesiti soğuktur ve açık renkle gösterilmektedir. Ayrıca kiri bölgesinde, dış ortam harici alt kata da ısı geçişi olduğundan alt kata doğru renk açılmakta yani soğuma meydana gelmektedir. (3c) durumunda üst kat tabanına da yapılan yalıtımla, kiriye olan ısı iletimi azalmaktadır. Dış ortama olan ısı iletiminin büyük kısmı alt kattan olmaktadır. Bu nedenle kiri kesiti, soğuktur ve bu durum da açık renkle belirtilmiştir.

Ekil 5.112'de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri gösterilmektedir. Sandviç duvar yalıtımlı olan (3b) durumunda, alt kat için dış duvar yüzey sıcaklığı 253,58 K iken üst kat için 253,68 K olmaktadır. Kiri kısmında ise sıcaklık 258,6 K'e çıkmaktadır. Sandviç duvar ve üst kat taban yalıtımlı (3c) durumunda, alt ve üst kat duvar yüzey sıcaklıkları değişmezken kiri kısmında sıcaklık 257,7 K'dir. Bu düşüşün nedeni, iç ortam sıcaklığı fazla olan üst kat tabanına yapılan yalıtımdır. Yalıtımsız (1a) durumunda kiri kısmındaki sıcaklık 260 K'de erindedir. Dolayısıyla sandviç duvar yalıtımı, kiri kısmındaki sıcaklığı çok fazla düşürememektedir. Sıcaklıktaki düşüş ise iç ortamdan kiriye olan yanal ısı akımlarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Kiri kısmındaki dış duvar yüzey sıcaklığının azalması, ısı köprüsü etkisinin azaldığının göstergesidir.

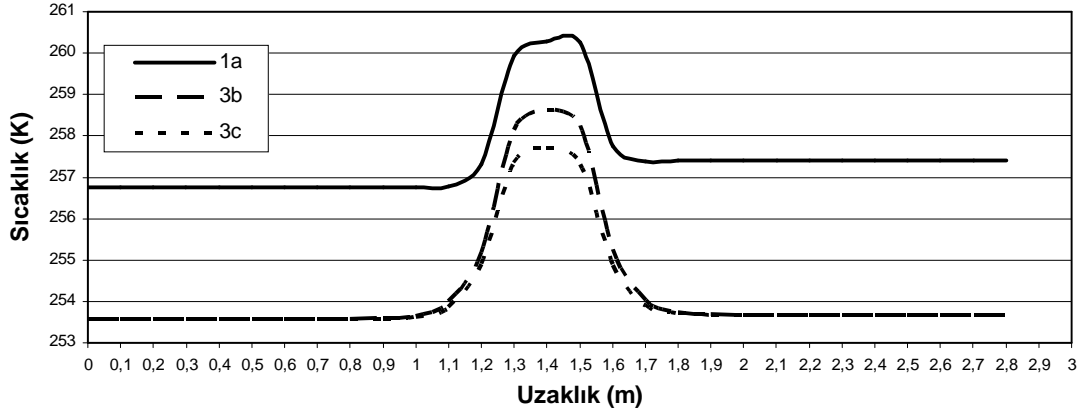
Ekil 5.113'de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dış yüzeyde meydana gelen ısı akısı değişimleri gösterilmektedir. (3b) durumunda kiri kısmındaki ısı akısı $131,43 \text{ W/m}^2$ iken (3c) durumunda yaklaşık 110 W/m^2 'dir. Aradaki $21,43 \text{ W/m}^2$ 'lik fark, üst kat tabanına yapılan yalıtımın sonucu gerçekleşmektedir. Her iki durumda da (3b ve 3c) alt kat dış duvar yüzey ısı akısı $13,6 \text{ W/m}^2$, üst kat duvar yüzey ısı akısı $15,91 \text{ W/m}^2$ olmaktadır.



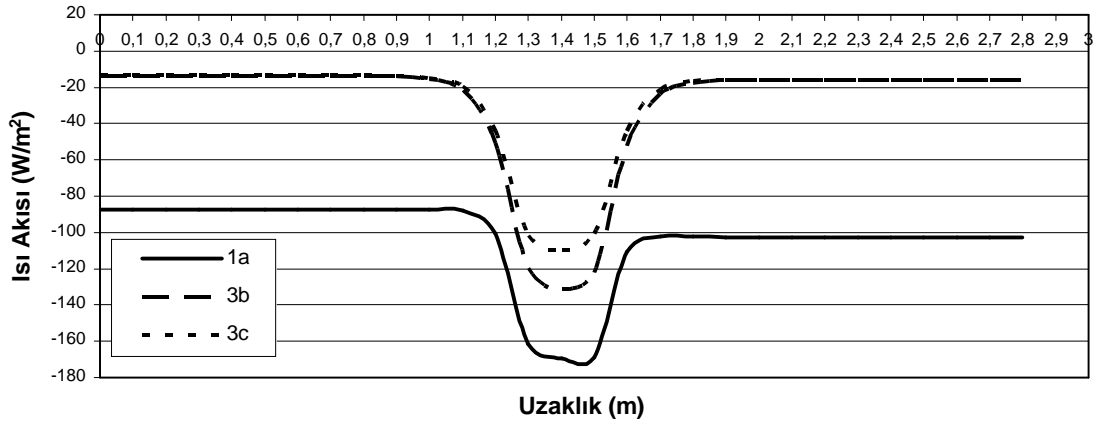
ekil 5.110 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları



ekil 5.111 Sandviç 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



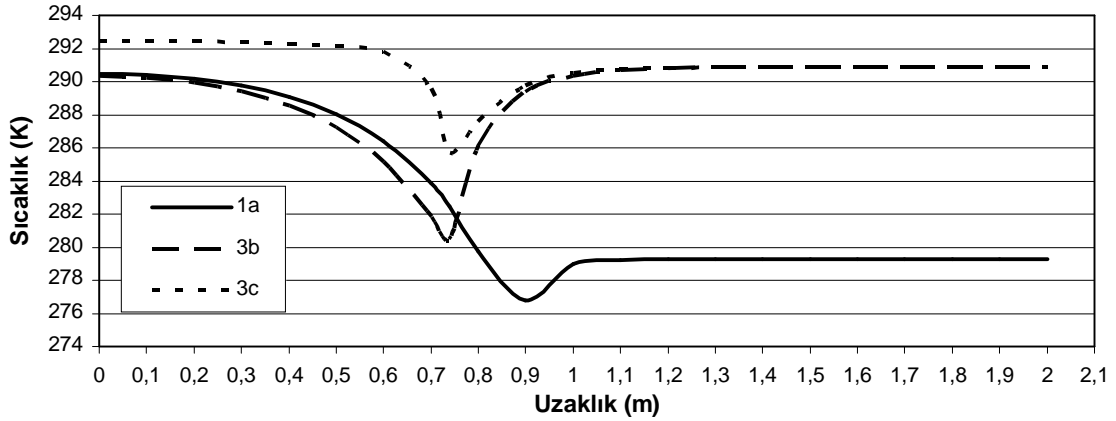
ekil 5.112 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey sıcaklık de i imleri



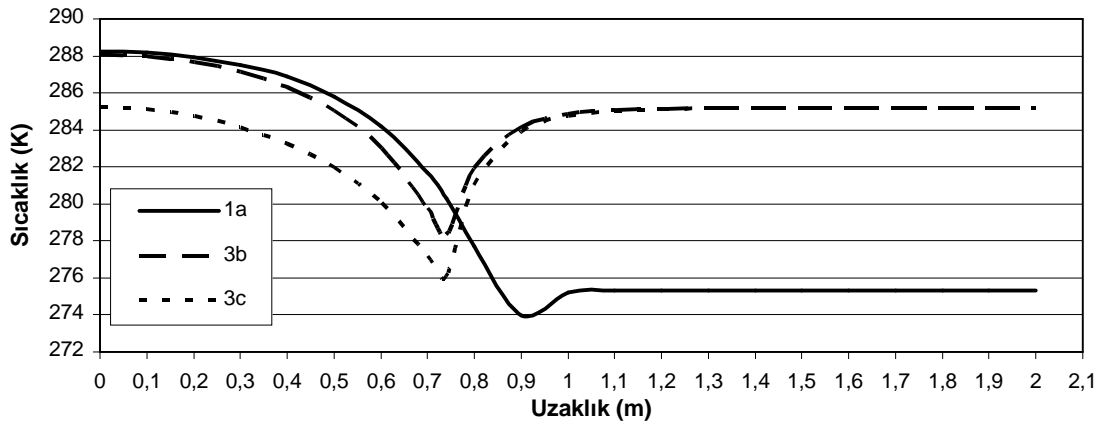
ekil 5.113 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta dı yüzey ısı akısı de i imleri

ekil 5.114’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri ve ekil 5.115’de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Sandviç yalıtımlı (3b) durumunda, üst kat taban yüzey sıcaklı ı ortalama 289 K iken kö e noktasında sıcaklık 280 K’e dü mektedir. Üst kat duvar yüzeyinde ise sıcaklık 290 K’e çıkmaktadır. Üst kattan alt kata olan ısı akımları sonucu, alt kat yüzeyinin ilk 0,3 m’lik kısmında sıcaklık iç ortam sıcaklı ından yüksektir. Kiri kısmında so uk dı ortama do ru ilerlendikçe sıcaklık dü mektedir. Alt katın kö e noktası sıcaklı ı 278,3 K’dir. Yalıtımlı duvar yüzeyinde ise 285 K’ e çıkmaktadır. Sandviç duvar ve üst kat taban yalıtımlı (3c) durumunda, üst katın taban yüzeyi yalıtımlı oldu undan sıcaklık 292 K civarındadır. Alt katın tavan yüzey sıcaklı ı ise dü mektedir. Dü ü kö e noktasına kadar sürmekte ve kö e noktasında 276,11 K

olmaktadır. Kö e noktasından sonra yalıtımlı kısımda artı ba lamakta ve sıcaklık duvar yüzeyinde 285 K'e çıkmaktadır.



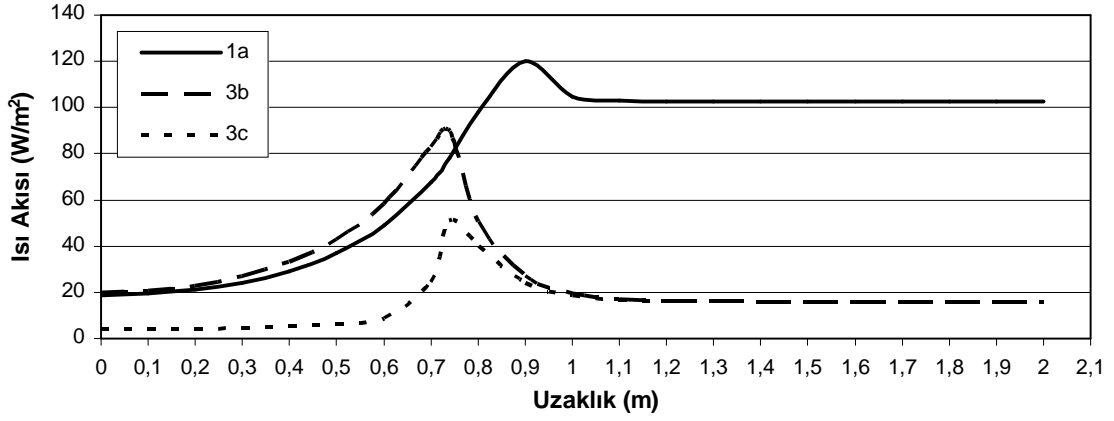
ekil 5.114 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de i imleri



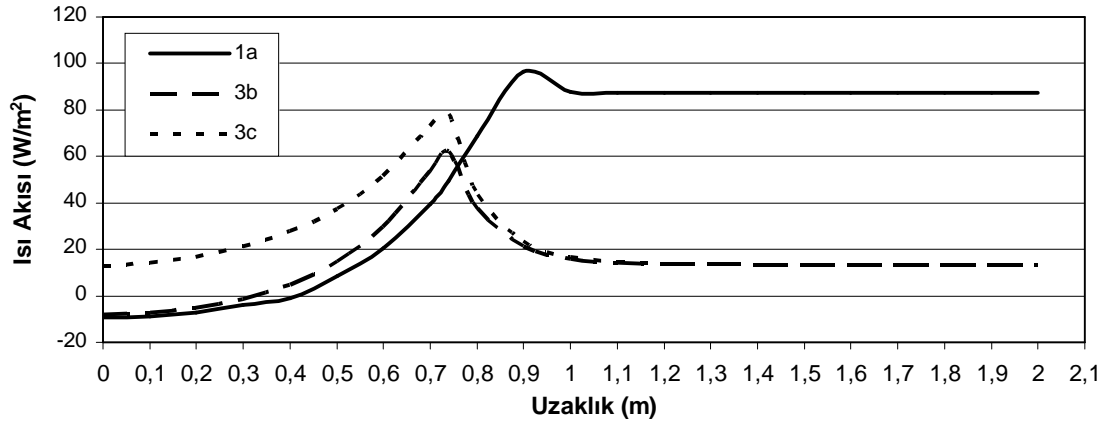
ekil 5.115 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de i imleri

ekil 5.116'da sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı de i imleri ve ekil 5.117'de sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. (3b) durumunda alt kat taban yüzeyine üst kat tavan yüzeyinden ilk 0,3 m'lik kısımda ısı geçi i olmaktadır. Bu ısı geçi i ile üst kat taban yüzey sıcaklı ı azalırken, alt kat tavan yüzey sıcaklı ı artmaktadır. Isı geçi leri kö e noktasında artmaktadır. Üst katın kö e noktasında ısı akısı $89,75 \text{ W/m}^2$, alt katın kö e noktasında ise $62,17 \text{ W/m}^2$ dir. Yalıtımlı üst kat duvar yüzeyinde ısı akısı $15,91 \text{ W/m}^2$, alt kat duvar yüzeyinde ise $13,6 \text{ W/m}^2$ dir. (3c) durumunda üst kattan olan ısı akısı azalmaktadır. Alt kattan olan ısı akısı ise üst kattan olan azalı a ba lı olarak artmaktadır. Çünkü kiri kesit sıcaklı ı azalmakta ve böylece alt kat iç ortam ile kiri

kesitindeki sıcaklık farkının artmasına bağlı olarak, alt katın yüzeyinden olan ısı akısı artmaktadır. (3c) durumunda (3b) durumuna göre üst katın köşe noktasındaki ısı akısı da 47 W/m^2 azalmaktadır. Çünkü üst katın tabanına yapılan yalıtım, yanal ısı akımını azaltmaktadır. Alt katın köşe noktasındaki ısı akısı da 16 W/m^2 artmaktadır. Duvar yüzeyindeki ısı akısı ise (3b) durumundaki değerle aynı değer almaktadır.



ekil 5.116 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değerleri



ekil 5.117 Sandviç 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kirişli duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değerleri

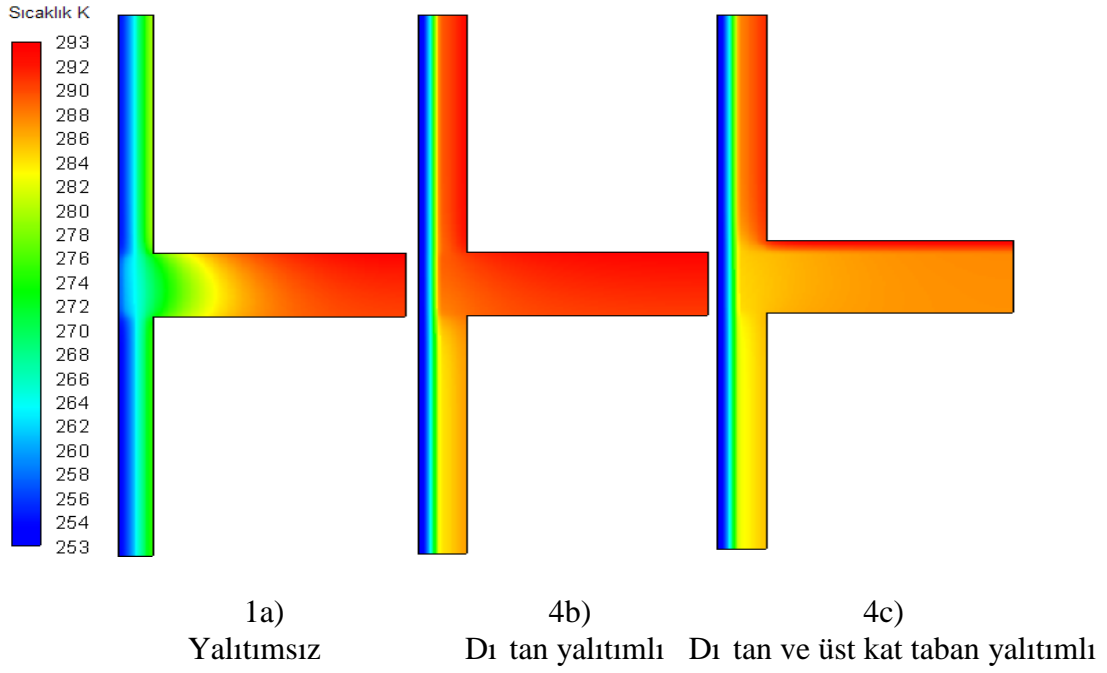
5.5.4 Dı tan Yalıtımlı Katlar Arası Farklı  Ortam Sıcaklıklarında Bulunan Isı

Köprüsünün Sıcaklık Da ılımının ncelenmesi

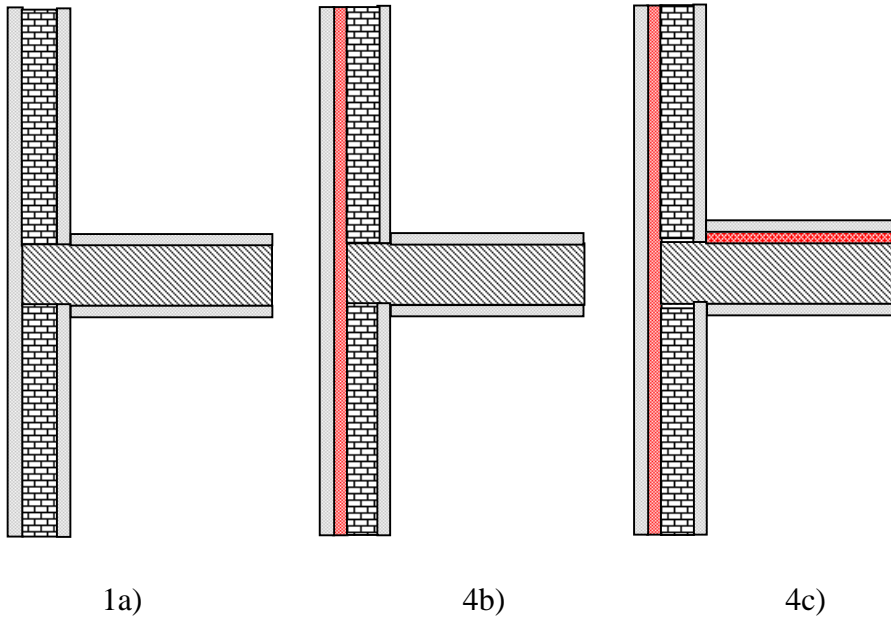
ekil 5.118’de dı tan 5 cm yalıtım uygulanması durumunda farklı iç ortam sıcaklıklarında olu an sıcaklık da ılımları gösterilmektedir. ekil 5.119’da modeller için yapı düzeni gösterilmektedir. Dı tan yalıtımla yapı, ısı depolama özelli i kazandı ndan sıcaklık da ılımında renk kırmızıdır. Alt kat iç ortam sıcaklı ı, üst kata göre so uk oldu undan kırmızı renk biraz açılmaktadır. Üst kat tabanına yalıtım yapıldı nda kiri e olan ısı iletimi azaldı ndan kiri teki renk daha da açılmaktadır.

ekil 5.120’de dı tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen sıcaklık de i imleri gösterilmektedir. Yalıtımsız (1a) durumunda alt kat dı duvar yüzeyinde sıcaklık, 256,75 K iken dı tan ve üst kat taban yalıtımlı (4c) durumunda 253,63 K olmaktadır. (1a) durumunda üst kat dı duvar yüzey sıcaklı ı 257,41 K iken (4b) durumunda 253,75 K’dir. Her iki dı duvar yüzey sıcaklı ı da azalmaktadır. (4b) durumunda kiri kısmında sıcaklık 253,74 K’e dü mektedir. Sıcaklık de erinde (1a) durumuna göre 6 K’lik dü ü olmaktadır. (4c) durumunda kiri sıcaklı ı biraz daha dü mekte ve 253,68 K olmaktadır. Üst kata yapılan yalıtım az da olsa kiri in dı yüzeyindeki sıcaklı ı dü ürmektedir. Dı tan yalıtımla yapıda homojen bir sıcaklık da ılımı elde edilmekte ve ısı köprüleri tamamen yok edilmektedir. (4c) durumunda duvar yüzeylerindeki sıcaklıklar, (4b) durumunda elde edilen sıcaklık de erleri ile aynı olmaktadır. Yalnızca (4c) durumunda üst kat tabanına yapılan yalıtımdan ötürü, üst kat dı yüzey sıcaklı nda çok az bir miktar dü ü olmaktadır. Çünkü, dı ortama do ru gidildi inde kiri yoluyla duvara olan yanal ısı akımı azalmaktadır.

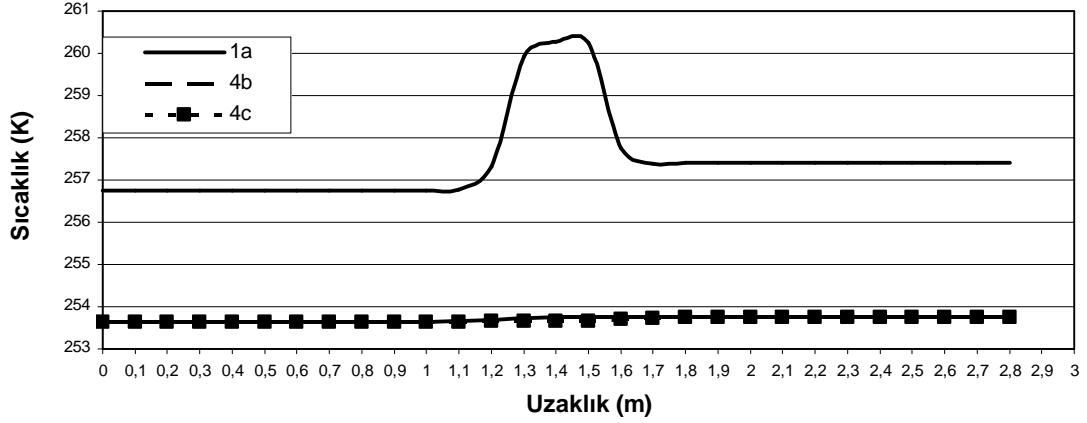
ekil 5.121’de dı tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta dı yüzeyde meydana gelen ısı akısı de i imleri gösterilmektedir. Sıcaklık de i iminde elde edilen homojen da ılım, ısı akısı de i iminde de görülmektedir. Isı akısı yalnızca kiri kısmında çok az bir miktar artmaktadır. Di er kısımlarda sabit olarak devam etmektedir. (4c) durumunda dı yüzeyde üst kata do ru çıkıldıkça, üst katın tabanının yalıtımlı olmasından dolayı dı yüzey sıcaklı nda (4b) durumuna göre 1K’lik dü ü olmaktadır.



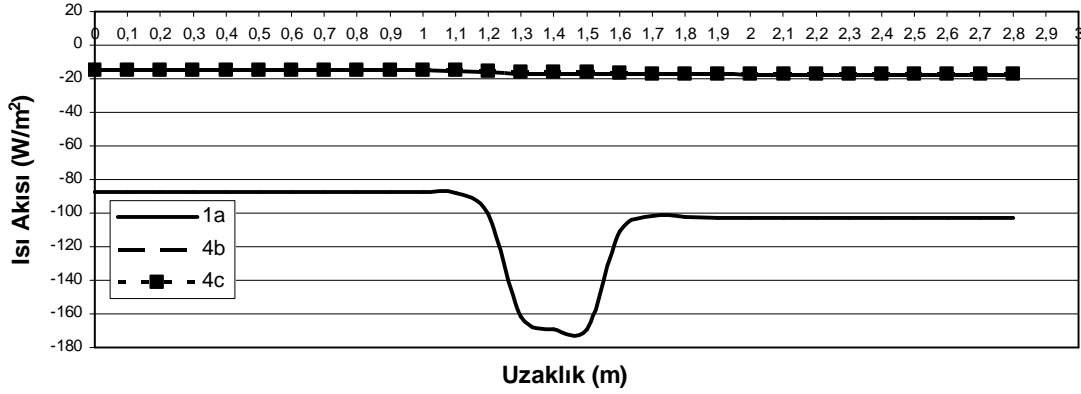
ekil 5.118 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta sıcaklık dağılımları



ekil 5.119 D₁ tan 5 cm yalıtımlı ara kat kiri li duvar blok için model yapısı



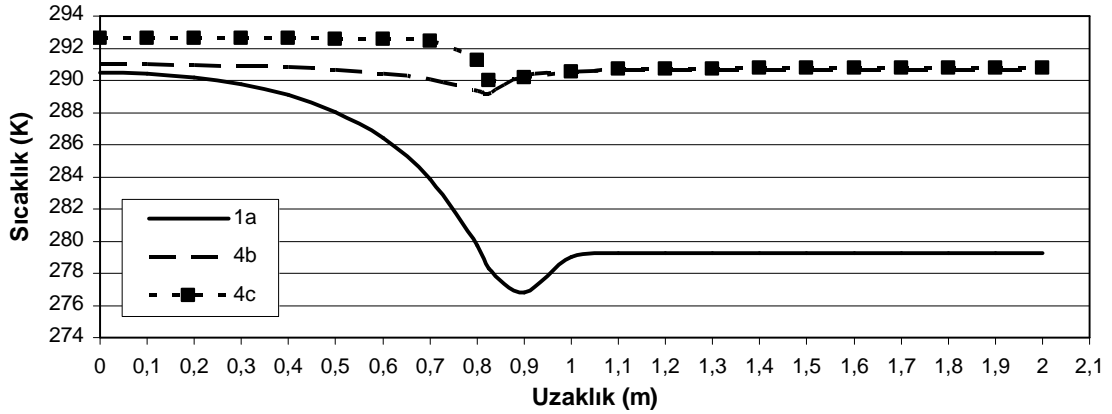
ekil 5.120 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta d₁ yüzey sıcaklık de iimleri



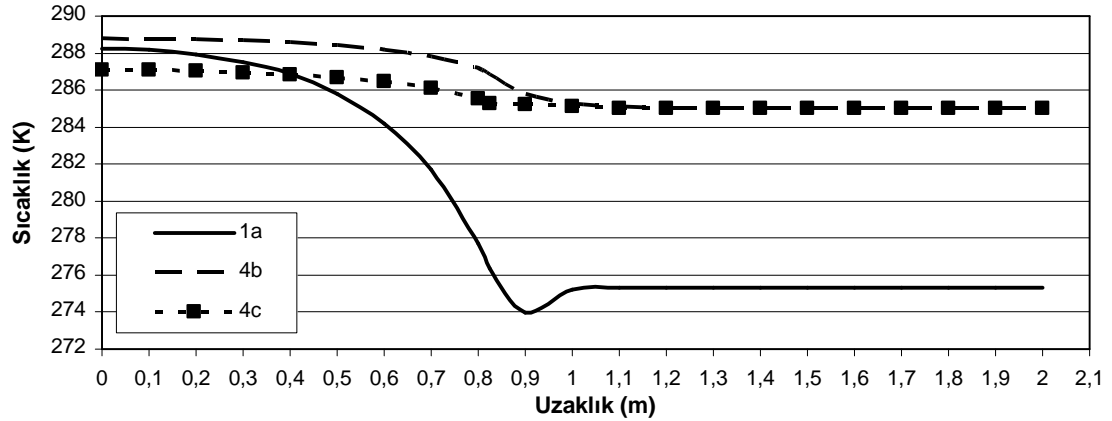
ekil 5.121 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta d₁ yüzey ısı akısı de iimleri

ekil 5.122’de d₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık de iimleri ve ekil 5.123’de d₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık de iimleri gösterilmektedir. D₁ tan yalıtımlı (4b) durumunda üst kat taban yüzey sıcaklığı 290 K iken alt kat tavan yüzeyinde sıcaklık 288,7 K amaktadır. Alt kat iç ortam sıcaklığı 287 K oldu undan bu durum bize üst kattan alt kata ısı geçi i oldu unu göstermektedir. Böylece alt kat yüzey sıcaklığı artmaktadır. Üst katın duvar yüzey sıcaklığı 290,66 K iken alt katın 285 K’dir. D₁ tan ve üst kat taban yalıtımlı (4c) durumunda üst kat taban yüzeyine yapılan yalıtımla yüzey sıcaklığı ortalama 292,6 K de erine çıkmaktadır. Bu duruma paralel olarak alt kata olan ısı iletimi azalmı ve alt kat yüzey sıcaklığı (4b) durumuna göre biraz daha dü mektedir. Dü ü 0,7 K civarındadır. Üst kat taban yüzeyine yapılan yalıtım üst kat duvar yüzey sıcaklığını da olumlu olarak etkilemektedir. Isının üst kat ortamında kalmasını sa layarak üst kat

duvar yüzey sıcaklığının 290,75 K'e çıkmasını sağlamaktadır. Alt kat duvar yüzey sıcaklığı ise (4b) durumundaki değerlerle aynı değeri almaktadır.



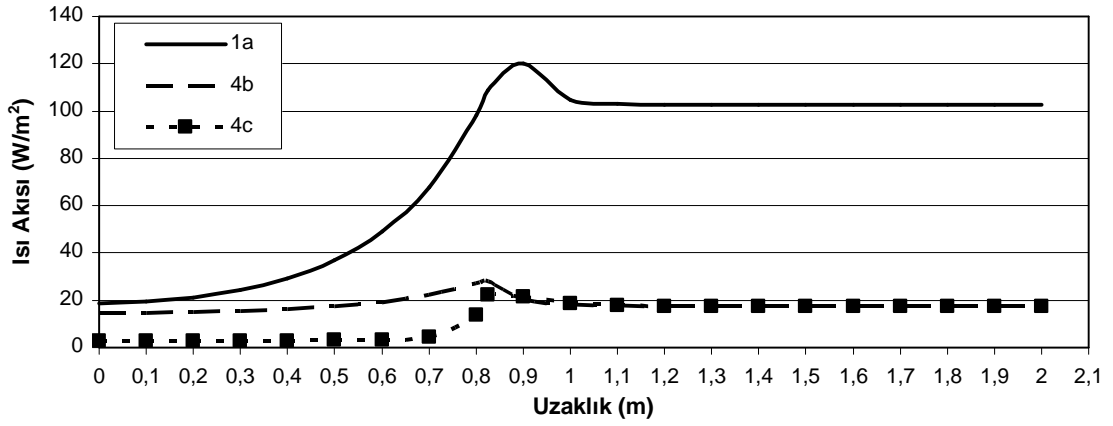
ekil 5.122 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey sıcaklık değerleri



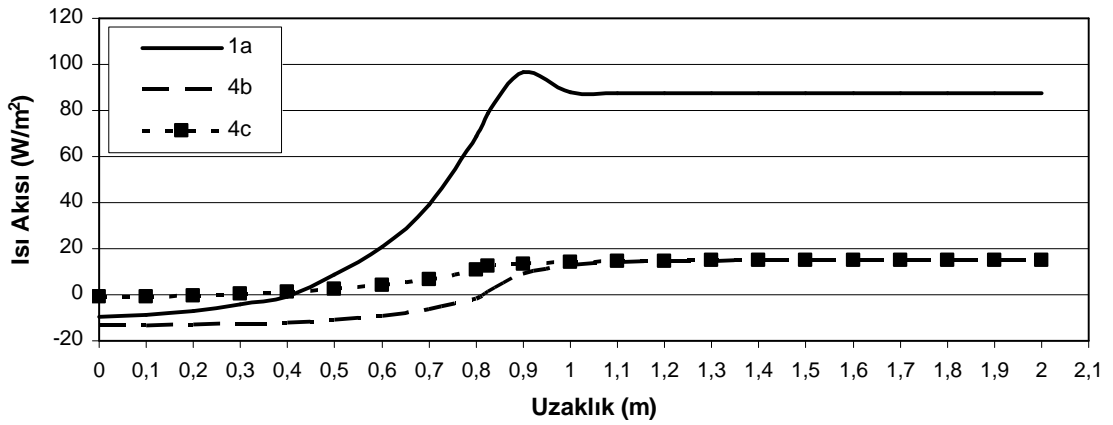
ekil 5.123 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey sıcaklık değerleri

ekil 5.124'de dış ortamdan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında bulunan ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değerleri ve ekil 5.125'de dış ortamdan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değerleri gösterilmektedir. (4b) durumunda üst kat taban yüzeyinden olan ısı akısı artmaktadır. Yapı dış ortamdan kesintisiz bir şekilde yalıtıldıktan sonra, üst kat taban yüzeyinden kaçan ısı, ilk başta 0,8 m'ye kadar alt kat tavan yüzey sıcaklığının alt kat iç ortam sıcaklığından fazla olmasını sağlamaktadır. (4c) durumunda üst kat taban yüzeyinden olan ısı akısı değeri, (4b) durumuna göre çok daha az olmaktadır. Yalıtımın ısı akımını azaltmasındaki olumlu etkisi burada da görülmektedir. Alt kat yüzeyinin ilk başta 0,2 m'lik kısmına kadar alt kat taban yüzey sıcaklığı, iç ortam sıcaklığından yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Yani ısı kazancı olmaktadır. Kiri te depolanan bir

miktar ısı bu kısımdan alt kat yüzeyine iletilmektedir. Daha sonraki kısımlarda alt kat yüzeyinden dış ortama doğru gidildikçe ısı iletiminin artışıyla alt kat yüzey sıcaklığı, (4b) durumuna göre biraz daha düşük kalmaktadır.



ekil 5.124 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta üst kat yüzey ısı akısı değişimleri



ekil 5.125 D₁ tan 5 cm yalıtımlı farklı iç ortam sıcaklıklarında ara kat kiri li duvar blokta alt kat yüzey ısı akısı değişimleri

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Isı köprüleri, insan yaşamının büyük bir bölümünü geçirdiği yapılarda olumsuz etkileri ile kendini göstermektedir. Bunların etkilerini azaltıcı ya da olumsuz etkilerini engelleyici önlemler alınmazsa; insan yaşamının gereksinimleri üzerinde önemli bir paya sahip olan yapı için ısısal konfor koşulları, yapının sağlıklı, enerji sorunu gibi etkenler zarar görür.

Bu çalışmada; içten, dıştan ve sandviç yalıtım için farklı kalınlıklarda yalıtım malzemesinin uygulanmasının, yalıtımın içten, içten ve dıştan, sandviç ve dıştan uygulanması durumunda yalıtımın yerleri değiştirilerek elde edilen farklı geometrilerin, bu geometrilerden oluşan farklı modeller için dış ortam sıcaklığının ve katlar arası iç ortam sıcaklığının değiştirilmesinin ısı köprüsünün sıcaklık dağılımına olan etkileri zamandan bağımsız olarak incelenmiştir. Sonuçlar için sonlu hacimler esasına dayanan FLUENT paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada incelenen modellerde, ortam sıcaklıkları ($T_{iç}$ ve $T_{dış}$) ve ısı taşıma katsayıları ($h_{iç}$ ve $h_{dış}$) için çözümü kolaylaştırmak amacıyla sabit değerler kabul edilmiştir. Günlük hayatta bir ortamda sıcaklık, ısıtıcıya yakın yerlerde daha yüksek iken ısıtıcıdan uzaklaştıkça ortam sıcaklığı düşmektedir. Bu durum, ortam içerisinde hava akımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Böylece odanın farklı yerlerinde farklı değerlerde ısı taşıma katsayıları (h) oluşmaktadır. Aynı durum, dış ortam için de geçerlidir. Dış ortamda, hava hareketliliğinin fazla olduğu üst katlara doğru çıkıldıkça ısı taşıma katsayısının değeri artmaktadır. Dış ortamda da hava hareketliliğine neden olan hava katmanları arasındaki sıcaklık farkıdır. Sonuçta, günlük hayatta ısı taşıma katsayısı ortam içerisinde sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Malzemelerin ısı iletim katsayıları (k), yapıda oluşan sıcaklık dağılımından etkilenmediği kabul edilerek sabit değerlerde alınmıştır.

Sunulan çalışmada öncelikle; üç farklı düzlem duvar (Duvar 1-yalıtımsız, Duvar 2-dıştan yalıtımlı, Duvar 3-Çift duvar arası yalıtımlı) dış yüzeyleri için hesaplanan analitik sonuçlar ile aynı sınır koşullarında Fluent programından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekil 7.3'de görüldüğü gibi dış yüzey sıcaklıklarının oldukça yakın ve paralel olduğu görülmektedir. Daha sonra yalıtımın içten, dıştan ve sandviç duvar yalıtımı olarak uygulanması durumunda yalıtım kalınlığı 3,5 ve 7 cm olarak değiştirilerek ara kat kirişli duvar blokta (ısı köprüsü modeli) sıcaklık dağılımına etkisi incelenmiştir. İçten ve sandviç duvar yalıtımlarının hiçbir şekilde ısı köprüsünü

önleyemedi i, yalnızca iç duvar yüzey sıcaklı nı artırdıkları görülmektedir. ç duvar yüzey sıcaklı nın en fazla 7 cm yalıtım durumunda oldu u görülmektedir. çten ve sandviç duvar yalıtımları, yanal ısı akımlarını azaltmalarından ötürü kö e noktası sıcaklıklarını artırdıkları görülmektedir. Yalıtım kalınlı nın artması, kö e noktası sıcaklı nı artırmaktadır. Duvar yüzey sıcaklıklarının sandviç duvar yalıtımında, duvar kalınlı nın içten yalıtımdaki duvar kalınlı ndan daha fazla olmasından ötürü biraz daha fazla oldu u gözlemlenmektedir. Dı tan yalıtımın, yapıda ısı kayıplarının en yüksek seviyede oldu u ısı köprülerinden olan ısı kayıplarını engelledi i için yapıya ısı depolama özelli i de kazandırdı ı görülmektedir. Bu sayede yapı geç ısınıp, geç so uyacaktır. Konfor ko ullarının sa lanması açısından yapıdan istenen en önemli özelliklerden biri de bu durumdur. çten ve sandviç duvar yalıtımında ısı köprüsünün oldu u dı duvar yüzeyinde yapının di er kısımlarına göre sıcaklıkta belirgin bir artı olmaktadır. Dı tan yalıtımda ısı köprüsü etkisi tamamıyla yok edildi inden, ısı köprüsü bölgesinde sıcaklık artı ı olmamaktadır. Özellikle dı tan 7 cm yalıtım uygulanması durumunda dı duvar yüzey sıcaklı ı ile kiri kısmındaki sıcaklık birbirine e itlenmektedir.

Çalı manın devamında; yalıtımın içten, içten ve kiri önü, sandviç ve dı tan uygulanması durumunda yalıtımın yerleri de i tirilerek elde edilen farklı geometrilerin, ara kat kiri li duvar blo un sıcaklık da ılımına etkisi ara tırılmı tır. Bu geometrilere yalıtım kalınlı ı 5 cm olarak uygulanmı tır. çten yalıtımda, dı yüzey sıcaklı ı ve üst kat kiri (taban yüzeyi) ve duvar yüzey sıcaklı ı açısından en iyi modelin, üst kat taban ve tavan, alt katta sadece duvarın yalıtımlı oldu u (1c) modeli, alt kat kiri yüzeyi için yalnızca üst katın tabanının yalıtımlı oldu u (1e) ve alt kat duvar yüzeyi için ise duvar yüzeyleri yalıtımlı olan (1c) ve (1d) modelleri oldu u görülmektedir. çten ve kiri önü yalıtımlı modellerde, dı yüzey sıcaklı nın en dü ük oldu u yani dı yüzeye olan ısı akısının en dü ük oldu u model kiri önü ve alt ve üst kat duvarların yalıtımlı oldu u (2d), üst kat kiri yüzey (taban) ve duvar sıcaklı nın en yüksek oldu u model, kiri önü ve üst kat taban ve duvarının da yalıtımlı oldu u (2e) ve alt kat yüzey sıcaklı nda ise en iyi modelin, yalnız kiri önünün yalıtımlı oldu u (2b) modeli oldu u görülmektedir. Sandviç yalıtım için dı yüzey sıcaklı ı ve üst kat yüzey sıcaklı ı açısından en olumlu model, sandviç duvar ve kiri önü ve üst kat tabanının da yalıtımlı oldu u (3e) iken alt kat yüzey sıcaklı ı için, sandviç duvar ve kiri önü yalıtımlı olan (3d) modeli oldu u görülmektedir. Dı tan yalıtımda, dı yüzey ve üst kat yüzey sıcaklı ı için en iyi modelin

dı duvar ve üst kat tabanın yalıtımlı oldu u (4d) ve alt kat yüzey sıcaklığı için ise yalnızca dış duvarı yalıtımlı olan (4b) modeli oldu u gözlemlenmektedir.

Dış ortam sıcaklığının ve iç ortam sıcaklığının ısı köprüsünün sıcaklık dağılımına etkisini görebilmek için çeşitli modeller üzerinde ortam sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Dış ortam sıcaklığının etkisine bakıldığında, içten yalıtımda en iyi sıcaklık dağılımının elde edildiği modelin üst kat taban, tavan ve alt katta yalnızca duvarın yalıtımlı oldu u (1c), içten ve kiriş önü yalıtımında, kiriş önü ve üst ve alt kat duvarın yalıtımlı oldu u (2d), sandviç duvar yalıtımında, sandviç duvar ve kiriş önünün yalıtımlı oldu u (3d), dış tan yalıtımında ise yalıtımın dış tan süreklilik kazandı (4b) modeli oldu u görülmektedir. Bu modellere dikkat edildiğinde ortak özelliklerinin kiriş kısmına ek olarak yalıtım uygulandı (4b) görülmektedir. İç ortam sıcaklıklarının etkisine bakıldığında ise, içten yalıtımda sıcak ortamda bulunan üst kattan olan ısı kaybını azaltıcı etkisi olan üst kat taban ve tavan, alt katta yalnızca duvarı yalıtımlı olan (1c) modelinin en iyi model oldu u, içten ve kiriş önü yalıtımında üst kat taban, tavan ve kiriş önünün yalıtımlı oldu u (2c), sandviç yalıtımında, sandviç duvar ve üst kat tabanı yalıtımlı olan (3c) ve dış tan yalıtımında, üst kat ve taban yalıtımlı olan (4c) modeli oldu u görülmektedir. İç ortam sıcaklığının etkisi, günümüzde kombi kullanılan evlerde görülmektedir. Katlar arası sıcaklık farkında ısı köprüsü; hem ısının, sıcak olu u kattan soğuk oldu u kata hem de dış ortama iletilmesinde köprü vazifesi görmektedir. Dış ortam sıcaklığının etkisi ise, yaz mevsiminin daha sıcak ve uzun geçtiği bölgelerde ısı köprüsü aracılığı ile dış ortamdan kazanılan ısının hem iç ortam sıcaklığını artırarak konfor koşullarını hem de konfor koşullarını sağlamak için kullanılan elektrik sarfiyatını artırmasından ötürü önemlidir.

Isı yalıtımının iç kısımlarda yer aldığı (içten yalıtım, sandviç duvar yalıtımı) tüm uygulamalarda yapı kabunun (yapının iç ve dış yüzeyi) performansında düşüşler ya anmaktadır. İçten ısı yalıtımı uygulamalarında ısı tasarrufunda yapı elemanının kütesinden yararlanılamaması ve ısı köprülerinin oluşma riskinin yüksek olması kararlaştırılan en büyük olumsuzluklardandır. İçten ve sandviç duvar yalıtımında, kolon-kiriş birleşimleri ile döşemenin yalıtılması mümkün olmadığından, bu bölgelerden minimum % 25- 30 oranındaki ısı kaçaklarına engel olunamamaktadır. Ayrıca bu noktalarda oluşacak yolla, donatıda korozyona neden olmaktadır. Bu nedenle gerekmedikçe bu yalıtım uygulamaları tercih edilmemelidir. Yapıya dış tan ısı yalıtımı uygulaması yapılarak, yapı kabunda meydana gelen olası yolla problemlerinin önüne geçilmesi ve yapının ömrünün artırılması mümkün olmaktadır. Bu nedenle, insan

sa lı ı ve çevreye yapaca ı katkılar açısından ısı yalıtımının önemi konusunda kullanıcıların bilinçlendirilmesi gerekir.

nsanlar yapı kullanım a masında ısı köprülerinin olumsuzluklarından etkilenirken konu hakkında bilgileri olmayabilir. Çünkü modern ya amda insanlar farklı meslek grupları altında toplanarak uzmanla ır ve dolayısıyla herkes yapı bilgisine sahip olmak zorunda de ildir. Fakat yapı tasarımı ve konfor artlarının sa lanmasında mimar ve mühendislerin konu hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmaları gereklidir. Mimarların ısı köprüleri olu umunu önlemesi ancak konu hakkında bilgili olmalarının getirece i bir duyarlılık sayesinde mümkün olabilir.

nsanın ya adı ı bu dünyayı kendisinden sonraki nesillere daha iyi bir hale getirerek bırakabilmesi açısından yapılardaki ısı köprüleri konusu ihmal edilmemesi gereken bir konudur. Bu ba lamda çe itli önerileri maddeler halinde sıralamak gerekirse;

- 1) Mimarların ısı köprüleri ilgili yeterli derecede bilgi sahibi olmalarının sa lanması ve ısı köprülerinin daha bina yapım a masında iken önlenmesi için gerekli tasarımın yapılması,
- 2) Mühendislerin bina yapımında ısı köprülerinin önlenmesi ve bina yapı kabu undan olan ısı kaybının azaltılması için yalıtımın önemi hakkında yetkili ki ileri bilgilendirmesi,
- 3) Isı köprüleri, tüm dünyada kendisini her alanda gösteren enerji probleminin bir parçasını olu turdu u için; basın ve yayın organları ile gerekli duyarlılı ın mimarlık ve mühendislik dı ında da olu turulması,
- 4) Teknolojinin geli imi en geli kin canlı olan insan tarafından gerçekleştirildi i için; insanın gerek ısı köprülerinin çözümü konusunda gerekse de di er konularda üretkenli inin artırılması açısından, özellikle gençlere de er verilerek onların mesleki alandaki evklerinin artırılması Türkiye ve tüm Dünya açısından olumlu bir geli meye yol açacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim (1990). TS 8441:Isı Yalıtımı Hesaplama Metodları- Düzlem Yapı Yüzeylerinde Dikdörtgen Kesitli Isı Köprüleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Atermit (2005). Yalıtım Malzemeleri Tanıtım Bro ürü, (<http://www.atermit.com>).
- Brown W.P. and Wilson A. (1963). Thermal Bridges in Buildings, Canadia Building Digest, CBD 44.
- Bulat, Y. (1999). Yapılarda Enerji Tüketiminin Azaltılması ve Enerji Tasarrufu Üzerine Bir Çalı ma, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Bayar, A.M. (2002). Yapı Kabu unda Isı Geçirgenlik Direnci Dü ük Olan Parça ve Bile enlerin Uygulamalarına Yönelik Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, stanbul.
- Buyruk, E., Pınarba ı A., Temel Ü.N., ve Tamay T. (2006). Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Termal Kamera ile Belirlenmesine Yönelik Bir Çalı ma, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Cihan, M.T. ve Dilmaç . (2003). Duvarlar için Önerilen Yeni Yalıtım Uygulaması ile Çift Duvar Arası Yalıtımın Kar ıla tırılması, Yalıtım, 50-59.
- Çilingiro lu, K. (1997). Yalıtım Dergisi, Sayı:7, stanbul.
- Da söz, A. (1999). Konutlarda Ekonomik Isınma El Kitabı, ZOCAM A. .,70, stanbul.
- Dilmaç, . (1996). Avrupa Birli ine Üye Ülkelerde Binalarda Enerji Tasarrufu Konusundaki Uygulamalar, TÜB TAK, Gebze.
- Dilmaç ., Can, A., Kartal, S. (2004). Ara Kat Dö emelerin Isıl Davranı ı Üzerine iklim artlarının ve Yalıtım Sistemlerinin Etkisi, Tesisat Mühendisli i Dergisi, Sayı:82, 49-65.
- Dechao, T. (1997). Temperature Distribution and Heat Transfer Through Homogenous Corner, Building and Environment, Vol 29, 1-9.
- Deque, F., Ollivier, F. and Roux, J.J. (2001). Effect of 2D Modelling of Thermal Bridges on the Energy Performance of Buildings, Energy and Buildings, Vol 33, 583-587.
- Ersoy, G. (1991). Bayındırlık ve şkan Bakanlı ının Tip Duvarlarında Simetrik Kö elerin Isı Köprüsü Etkisinin ncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, stanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, stanbul.
- Fukuyo, K. (2003). Heat Flow Visualization For Thermal Bridge Problems, International Journal of Refrigeration, Vol 26, 614-617.
- Grinzato E., Vavilov V. And Kauppien T. (1998). Quantative nfrared Thermography n Buildings, Energy and Buildings, Vol 29, 1-9.
- Gao, Y., Roux, J.J., Zhao, L.H. and Jiang, Y. (2008). Dynamic Building Simulation: A Low Order Model For Thermal Bridges Losses, Energy and Buildings, Vol 40, 2236-2243.
- Guefeng, M. And Johannesson, G. (1997). Dynamic Calculation of Thermal Bridges, Energy and Buildings, Vol 26.
- Jeong, Y.S., Choi, G.S., Kim, K.W. and Lee, S.E. (2007).The Heat Transfer Simulation For Thermal Bridge Effect Of The Corner Walls Of Building According to Thermal Condition, Building Simulation, Korea.
- Kosny, J. And Kossecka, E. (2002). Multi-Dimensional Heat Transfer Through Complex Building Envelope Assemblies in Hourly Energy Simulation Program, Energy and Buildings, Vol 34, 445-454.

- Kalpak, Ö. (2006). Isı Köprüleri için Önerilen Isı Kaybı Hesap Metodlarının Ülkemiz İklim Artları Yapı Konstrüksiyonları Açısından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karakoç, H., Binyıldız, E. Ve Turan, O. (1999). Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı, ODE Teknik Yayınları, No:G20, 210, İstanbul.
- Koçu, N., Korkmaz, S.Z. (2003). Konya ve Çevresindeki Yapılarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının TS 825'e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi. Yalıtım ve Enerji Yönetmeliği Kongresi, Eskişehir.
- Larbi, A.B. (2005). Statistical Modelling of Heat Transfer for Thermal Bridges of Buildings, Energy and Buildings, Vol 37, 945-951.
- Nakıoğlu, O. (1997). Isı Köprüleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özkan, E. Ve Altun, M.G. (2000). Yapı Elemanlarının Birleşimlerinde Isı Nemle İlgili Optimum Performans Gösterecek Seçeneklerin Geliştirilmesi, Proje No: NTAG-234, İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, İstanbul.
- Özpor (2005). Isı, Ses ve Yangın Yalıtımı Tanıtım Broşürü, (<http://www.ozpor.com.tr>).
- Polipan (2006). Ekstrüde Polistiren Isı Yalıtım Levhaları Broşürü.
- Salgon, J.J. and Neveu, A. (1987). Application of Modal Analysis to Modelling of Thermal Bridges, Energy and Buildings, Vol 10, 109-120.
- Serway, R.A. and Robert, J.B. (1996). Fen ve Mühendislik için Fizik 1. Cilt, Palme Yayıncılık (Çeviri: Çolakoğlu K.), İstanbul.
- Tamer, M. (2003). Yapılarda Nemlenmenin ve Su Buharı Yoğuşmasının Sebepleri ve Alınabilecek Önlemler, ATERM T.
- Tepe Betopan Dış Cephe Levhaları, Apeks Yapı Sistemleri, (<http://www.apeksyapi.com>).
- Ulusal web sayfası: (<http://www.izoder.org.tr> , www.betopan.com.tr)
- Yağar, Y. (1989). Paralel Yüzeyle Isı Köprüsü İçeren Yapı Elemanında Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanmasında Kullanılabilecek Bir Yöntem, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, R. (2006). Betonarme Karkas Yapılarda Kolon ve Kirişlerdeki Isı Kayıplarının Önlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Yetgin, . (2008). Binalarda Isıl Köprü Sorunları, Sayı:70, Gümüşhane, 72-78.

ÖZGEÇM

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı Koray KARABULUT
Doğum Yeri ve Tarihi Samsun, 11/01/1984
Medeni Hali Bekar
Yabancı Dil İngilizce
İletişim Adresi Cumhuriyet Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
Makine Eğitimi Bölümü, 58140-Sivas
E-posta Adresi kkarabulut@cumhuriyet.edu.tr

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise Samsun 100.Yıl Lisesi Y.D.A., 2001
Lisans Cumhuriyet Üniversitesi, 2007
Yüksek Lisans Cumhuriyet Üniversitesi, 2007-

Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma görevlisi, 2009-

Ödüller, Teşvikler ve Üyelikler